



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ESPECIALIDAD INSTRUMENTACIÓN

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MEDIDOR DIGITAL
PARA EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LUGARES
RESIDENCIALES Y ENVÍO DE DATOS VÍA SMS”**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTRÓNICO EN INSTRUMENTACIÓN**

LARA NARANJO ROLANDO FABRICIO
MOLINA SALAZAR CARLOS ANDRÉS

LATACUNGA – ECUADOR

OCTUBRE 2011

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por Lara Naranjo Rolando Fabricio y Molina Salazar Carlos Andrés, bajo nuestra supervisión.

Ing. César Naranjo H.

DIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Edwin Pruna P.

CODIRECTOR DE PROYECTO

Ing. Armando Álvarez S.

DIRECTOR DE CARRERA

Dr. Rodrigo Vaca Corrales

SECRETARIO ACADÉMICO

CERTIFICADO

ING. CÉSAR NARANJO H. (DIRECTOR)

ING. EDWIN PRUNA P. (CODIRECTOR)

CERTIFICAN:

Que el trabajo titulado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MEDIDOR DIGITAL DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LUGARES RESIDENCIALES Y ENVÍO DE DATOS VÍA SMS” realizado por los señores: LARA NARANJO ROLANDO FABRICIO y MOLINA SALAZAR CARLOS ANDRÉS ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que cooperará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional, **SI** recomiendan su publicación.

El mencionado trabajo consta de UN empastado y UN disco compacto el cual contiene los archivos de formato portátil de Acrobat. Autorizan los señores: LARA NARANJO ROLANDO FABRICIO y MOLINA SALAZAR CARLOS ANDRÉS que lo entregue al ING. ARMANDO ÁLVAREZ SALAZAR, en su calidad de Director de la Carrera.

Ing. César Naranjo H.

DIRECTOR

Ing. Edwin Pruna P.

CODIRECTOR

AUTORIZACIÓN

Nosotros, **ROLANDO FABRICIO LARA NARANJO**

CARLOS ANDRÉS MOLINA SALAZAR

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MEDIDOR DIGITAL DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LUGARES RESIDENCIALES Y ENVÍO DE DATOS VÍA SMS”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Rolando Fabricio Lara Naranjo

Carlos Andrés Molina Salazar

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Nosotros, ROLANDO FABRICIO LARA NARANJO
 CARLOS ANDRÉS MOLINA SALAZAR

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MEDIDOR DIGITAL DE CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LUGARES RESIDENCIALES Y ENVÍO DE DATOS VÍA SMS”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Rolando Fabricio Lara Naranjo

Carlos Andrés Molina Salazar

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por todo lo que ha hecho y hará por mí.

A mi Familia por todo el apoyo que recibí, a mis Padres Gladys y Napoleón por preocuparse por mi cuando lo necesitaba; a mis Hermanos Byron, Alex y Cristian por estar conmigo siempre y apoyarme incondicionalmente; a mis Tíos y Primos por todos los consejos recibidos a lo largo de toda mi vida; a mis Abuelos aunque ya no se encuentran en este mundo siempre estuvieron presentes. Gracias a mi Familia estoy alcanzando un objetivo más en mi vida profesional y humana.

A mis compañeros que día a día se convirtieron en mis amigos incondicionales que marcaron una huella en mi vida, amigos con quienes he compartido anécdotas inolvidables.

¡Gracias a todos por ayudarme a crecer!

Rolando

.

DEDICATORIA

Dedico mi vida profesional y este proyecto a mis Padres Gladys y Napoleón por su dedicación y esfuerzo incondicional durante toda mi vida, por el apoyo infinito que he recibido por parte de ellos.

A mi Tía Abuelita Marina Noroña que es y será como mi segunda Madre, por encontrarse siempre en mi vida desde mi niñez.

Rolando.

Agradecimiento

Mi agradecimiento a Dios por permitirme culminar exitosamente el presente proyecto, y alcanzar un objetivo y un sueño más en mi vida.

A mi familia por ser el principal apoyo durante toda mi vida estudiantil y durante la culminación de este proyecto; por darme su apoyo incondicional, la oportunidad de seguir mis objetivos e ideales y sobre todo por el amor y cariño recibidos.

También un agradecimiento especial a mis hermanos, personas cercanas que las considero como de mi familia quienes me mostraron un apoyo y cariño e hicieron que los momentos difíciles que pase lejos de mi hogar sean más fáciles; ya que sin todos ellos el cumplimiento de este objetivo hubiera sido imposible.

A mis amigos cercanos quienes me demostraron su amistad sincera durante todo este tiempo.

Carlos

Dedicatoria

La culminación con éxito de este proyecto lo dedico a mis padres, abuelita, hermanos y personas cercanas consideradas de la familia por la confianza que desde el inicio depositaron en mí y por encontrarse siempre en los momentos difíciles.

Para todos ustedes va dedicado este triunfo que lo considero de todos..!!!

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORIZACIÓN.....	iii
CERTIFICADO.....	iv
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
ÍNDICE.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE TABLAS.....	xvii

CAPÍTULO I

I. FUNDAMENTOS TEÓRICOS.....	1
1.1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2. MEDIDORES Y SENSORES DE FLUJO.....	2
1.2.1. DEFINICIÓN	2
1.2.2. CONSUMO DE AGUA POTABLE.....	2
1.2.2.1. Antecedentes	2
1.2.2.2. Estado de los recursos hídricos en el Ecuador	3
1.2.2.3. Uso y Manejo de Agua Potable y Saneamiento	3
1.2.3. FUNCIONAMIENTO DEL MEDIDOR CONVENCIONAL.....	4
1.2.3.1. Tipos de Medidores Analógicos.....	10
1.2.3.2. Características generales de un medidor de agua convencional.....	14
1.2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS MEDIDORES Y SENSORES DE FLUJO... ..	14
1.2.4.1. Factores para la elección del tipo de medidor de fluido.....	15
1.2.4.2. Ecuación de Bernoulli.....	16
1.2.4.3. Tipo de Medidores de Flujo Volumétrico	17
1.3. SERVICIO DE MENSAJES CORTOS (SMS).....	39
1.3.1. COMANDOS PARA REALIZAR EL ENVÍO Y RECEPCIÓN DE SMS ..	39
1.3.1.1. Comandos AT.....	39

1.3.1.2. Comandos AT para el envío/recepción de SMS.....	40
1.3.2. ARQUITECTURA DE LA RED SMS	43
1.3.3. ELEMENTOS DEL SMS.....	45
1.3.4. PASOS PARA EL ENVÍO Y RECEPCIÓN DE SMS	46
1.3.4.1. Para el envío	46
1.3.4.2. Para la recepción	46
1.3.5. MODELO DE CAPAS	47
1.3.5.1. Capa de Aplicación	47
1.3.5.2. Capa de Transferencia.....	47
1.3.5.3. Capa de Retransmisión.....	47
1.3.5.4. Capa de Enlace.....	47
1.3.6. TIPOS DE SMS	48
1.3.6.1. Punto a punto	48
1.3.6.2. Punto multipunto	49
1.3.7. SERVICIO DE LOS SMS.....	50
1.3.8. APLICACIONES DE LOS SMS.....	50
1.3.8.1. Mensaje de persona a persona.....	50
1.3.8.2. Alertas de e-mail.....	51
1.3.8.3. Servicios de notificación.....	51
1.3.8.4. Servicios de información.....	51
1.3.8.5. Servicios de localización.....	51
1.3.8.6. Supervisión remota.....	51
1.3.8.7. Comercio electrónico.....	52
1.4. SISTEMAS GSM.....	52
1.4.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA GSM.....	52
1.4.2. MODELO DE CAPAS	53
1.5. MICROCONTROLADORES	54
1.5.1. ARQUITECTURA.....	55
1.5.1.1. Arquitectura Von Neumann	55
1.5.1.1. Arquitectura Harvard.....	56
1.5.2. COMPONENTES INTERNOS.....	57
1.5.2.1. Procesador.....	57

1.5.2.2. Memoria del programa	58
1.5.2.3. Memoria de Datos	59
1.5.2.4. Líneas de E/S para los controladores de periféricos.....	59
1.5.2.5. Recursos Auxiliares	60
1.6. SOFTWARE EMPLEADO.....	61
1.6.1. MIKROBASIC	61
1.6.2. WINPIC800	62
1.6.3. PORTEUS PROFESIONAL.....	62
1.6.4. LABVIEW	63

CAPÍTULO II

II. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN.....	64
2.1. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO.....	64
2.1.1. MICROCONTROLADOR 18F452	64
2.1.1.1. Características Técnicas	65
2.1.1.2. Características Periféricas.....	65
2.1.1.3. Distribución de Pines	66
2.1.2. MICROCONTROLADOR 16F628A.....	66
2.1.2.1. Distribución de Pines	67
2.1.3. RELOJ DS1307	68
2.1.4. MAX-232	69
2.1.4.1. Conexión del MAX-232 con el Puerto serie.....	70
2.1.5. GLCD JHD12864E.....	70
2.1.5.1. Conexión del GLCD con el microcontrolador PIC18F452.....	72
2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	72
2.2.1. DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL	73
2.3. SELECCIÓN DEL SENSOR DE FLUJO	73
2.3.1. SENSOR TIPO TURBINA	74
2.3.2. DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO ÓPTICO	75

2.4. SELECCIÓN DEL HARDWARE PARA EL MÓDULO DE TRANSMISIÓN	76
2.4.1. MÓDULO GSM MG3006	76
2.4.1.1. Características generales	76
2.5. ELABORACIÓN DEL SOFTWARE PARA EL MÓDULO TRANSMISOR Y RECEPTOR	77
2.5.1. SOFTWARE PARA EL MÓDULO TRANSMISOR	77
2.5.1.1. Subrutina Configuraciones Generales	78
2.5.1.2. Subrutina Contador	79
2.5.1.3. Subrutina Interrupción	80
2.5.1.4. Subrutina Enviar SMS	81
2.5.2. SOFTWARE PARA EL MÓDULO RECEPTOR	83
2.6. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VÍA SMS	84
2.6.1. COMANDOS AT	84
2.6.1.1. Configuración del Módulo GSM	84
2.6.1.2. Configuración para recepción de mensajes de texto	86
2.6.1.3. Lectura y borrado de mensajes de texto	87
2.6.1.4. Envío de mensajes de texto	88
2.7. DISEÑO DE LA INTERFACE CON EL USUARIO	90
2.8. IMPLEMENTACIÓN FINAL DEL PROYECTO	93
2.8.1. ELABORACIÓN DE LOS CIRCUITOS IMPRESOS	93
2.8.1.1. Diagramas esquemáticos	93
2.8.1.2. Diagrama circuital	94
2.8.2. ENSAMBLADO DEL MEDIDOR	97

CAPÍTULO III

III. PRUEBAS EXPERIMENTALES	98
3.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL PROYECTO	98
3.2. PRUEBAS FÍSICAS DEL SISTEMA	98
3.2.1. LECTURA DE DATOS DEL MEDIDOR DE AGUA POTABLE	98
3.2.2. ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS	103
3.3. PRUEBAS DE CONFIABILIDAD DE TODO EL SISTEMA	104

3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	105
3.4.1. DE LECTURA DE DATOS DEL MEDIDOR DIGITAL DE AGUA POTABLE	105
3.4.2. ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS	106
3.5. ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO.....	106
3.6. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	108

CAPÍTULO IV

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	110
4.1. CONCLUSIONES	110
4.2. RECOMENDACIONES	112
4.3. BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES.....	113

ANEXOS

Anexo A	Glosario de términos
Anexo B	Hojas de especificaciones técnicas
Anexo C	Manual del usuario
Anexo D	Programación del Software
Anexo E	Módulos Terminados

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1.1: Componentes del medidor de agua convencional.....	5
Figura 1.2: Medidor de agua convencional Chorro Único.....	6
Figura 1.3: Componentes del medidor de agua convencional Chorro Único.....	6
Figura 1.4: Medidor de agua convencional Chorro Múltiple.....	7
Figura 1.5: Componentes del medidor de agua convencional Chorro Múltiple.....	8
Figura 1.6: Indicador numérico.....	8
Figura 1.7: Indicadores de agujas.....	9
Figura 1.8: Indicador de aguja para decenas de litro.....	9
Figura 1.9: Indicador de aguja para litros.....	9
Figura 1.10: Indicador de aguja para decenas de litros.....	10
Figura 1.11: Indicador de aguja para cientos de litros.....	10
Figura 1.12: Medidor de agua convencional Tipo 1.....	11
Figura 1.13: Medidor de agua convencional Tipo 2.....	11
Figura 1.14: Medidor de agua convencional Tipo 3.....	12
Figura 1.15: Medidor de agua convencional Tipo 4.....	13
Figura 1.16: Medidor de agua convencional Tipo 5.....	13
Figura 1.17: Grafico General de un medidor convencional de agua.....	14
Figura 1.18: Tubo Pitot en su forma más sencilla.....	17
Figura 1.19: Tubo Pitot clásico.....	18
Figura 1.20: Medición con un Tubo Pitot.....	18
Figura 1.21: Tubo Vénturi.....	20
Figura 1.22: Tubo Dall.....	22

Figura 1.23: Perfiles de orificios.....	22
Figura 1.24: Disposición de las tomas.....	23
Figura 1.25: Boquilla de flujo.....	23
Figura 1.26: Codo y sus tomas de presión.....	24
Figura 1.27: Etapas de funcionamiento de un medidor de pistón oscilante.....	26
Figura 1.28: Medidor de paletas deslizantes.....	26
Figura 1.29: Medidor de rueda oval.....	28
Figura 1.30: Medidor de engranajes helicoidales.....	28
Figura 1.31: Sección transversal de un medidor de turbina para líquidos.....	29
Figura 1.32: Rotámetro de tubo de vidrio cónico y flotador.....	30
Figura 1.33: Flotador.....	31
Figura 1.34: Medidor de placa.....	31
Figura 1.35: Elementos de un medidor electromagnético.....	32
Figura 1.36: Esquema explicativo de la técnica PIV bidimensional.....	35
Figura 1.37: Tiempo de desplazamiento del impulso.....	36
Figura 1.38: Red Celular SMS.....	45
Figura 1.39: Diagrama del Modelos de Capas.....	48
Figura 1.40: Mobile Originated.....	49
Figura 1.41: Mobile Terminated.....	49
Figura 1.42: Servicio SMS.....	50
Figura 1.43: Elementos externos asociados a la estación base.....	52
Figura 1.44: Distribución de la producción mundial de microcontroladores en las diversas áreas de aplicación.....	55
Figura 1.45: Arquitectura Von Neumann.....	55
Figura 1.46: Arquitectura Harvard.....	56
Figura 1.47: Software MokrBasic Pro.....	62

Figura 1.48: Software Proteus.....	62
Figura 1.49: Software LabVIEW.....	63

CAPÍTULO II

Figura 2.1: PIC 18F452.....	65
Figura 2.2: Pines del PIC 18F452.....	66
Figura 2.3: PIC 16F628A.....	66
Figura 2.4: Pines del PIC 16F628A.....	67
Figura 2.5: reloj DS1307.....	68
Figura 2.6: Circuito Integrado MAX-232.....	69
Figura 2.7: Conexión MAX-232 – Puerto serie.....	70
Figura 2.8: GLCD JHD12864E.....	71
Figura 2.9: Conexión GLCD – PIC 18F452.....	72
Figura 2.10: Diagrama de Bloques General del Proyecto.....	73
Figura 2.11: Composición del sensor de Turbina.....	74
Figura 2.12: Optoacoplador de encapsulado ranurado.....	75
Figura 2. 13: Símbolo de Optoacoplador de encapsulado ranurado.....	75
Figura 2.14: Módulo GSM MG3006.....	76
Figura 2.15: Diagrama de flujo del Programa Principal con el microcontrolador 18F452.....	78
Figura 2.16: Diagrama de flujo de la Subrutina Configuraciones Generales.....	79
Figura 2.17: Diagrama de flujo de la Subrutina Contador.....	80
Figura 2.18: Diagrama de flujo de la Subrutina Interrupción.....	81
Figura 2.19: Diagrama de flujo de la Subrutina Enviar SMS.....	82
Figura 2.20: Diagrama de flujo del reloj del microcontrolador 16F628.....	83

Figura 2.21: Diagrama de flujo del módulo receptor.....	84
Figura 2.22: Ejecución del comando AT.....	85
Figura 2.23: Ejecución del comando AT + CSQ.....	85
Figura 2.24: Ejecución del comando AT + IPR.....	86
Figura 2.25: Ejecución del comando AT + CNMI.....	86
Figura 2.26: Ejecución del comando AT + CMGL.....	87
Figura 2.27: Ejecución del comando AT + CMGR.....	87
Figura 2.28: Ejecución del comando AT + CMGD.....	88
Figura 2.29: Ejecución del comando AT + CMGF.....	88
Figura 2.30: Ejecución del comando AT + CMGS.....	89
Figura 2.31: envío de un mensaje de texto.....	89
Figura 2.32: Pantalla de Presentación y Autenticación.....	90
Figura 2.33: Pantalla Principal.....	91
Figura 2.34: Pantalla Clientes.....	92
Figura 2.35: Pantalla Historial.....	92
Figura 2.36: Circuito PIC18f452 – GLCD.....	93
Figura 2.37: Circuito reloj – cargador batería.....	94
Figura 2.38: Circuito impreso reloj – cargador batería.....	95
Figura 2.39: Circuito impreso PIC18F452 – GLCD.....	95
Figura 2.40: vista 3D PIC18F452 – GLCD.....	96
Figura 2.41: vista 3D reloj – cargador batería.....	96
Figura 2.42: implementación final del Medidor Digital.....	97

CAPÍTULO III

Figura 3.1: Ejemplo lectura del medidor digital.....	106
--	-----

ÍNDICE DE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1.1: Descripciones de distintos Sensores de Flujo.....	38
--	----

CAPÍTULO II

Tabla 2.1: Características del reloj DS1307.....	68
Tabla 2.2: Características del circuito integrado MAX-232.....	70
Tabla 2.3: Características del GLCD JHD12864E.....	71
Tabla 2.4: Características del sensor tipo turbina.....	74

CAPÍTULO III

Tabla 3.1: Lectura de datos del medidor digital.....	99
Tabla 3.2: Envío y recepción de datos.....	103
Tabla 3.3: Envío y recepción de datos.....	104
Tabla 3.4: Costo de la placa para el módulo transmisor.....	107
Tabla 3.5: Costo del dispositivo receptor.....	107

Tabla 3.6: Costo de la implementación del medidor.....	107
--	-----

ÍNDICE DE GRÁFICOS

CAPÍTULO III

Gráfico 3.1: Prueba de Lecturas.....	100
Gráfico 3.2: Prueba de Lecturas.....	100
Gráfico 3.3: Prueba de Lecturas.....	101
Gráfico 3.4: Prueba de Lecturas.....	101
Gráfico 3.5: Prueba de Lecturas.....	102
Gráfico 3.6: Prueba de Lecturas.....	102
Gráfico 3.7: Prueba de Lecturas.....	103
Gráfico 3.8: Confiabilidad del sistema.....	104

RESUMEN

El presente proyecto trata de diseñar e implementar un medidor digital del consumo de agua potable en lugares residenciales; así como su envío de datos vía SMS hasta una central la cual es la encargada de guardar y detallar la información receptada de cada uno de los clientes mes a mes.

Este trabajo cuenta con cuatro capítulos desde la fase informativa hasta llegar a tener las conclusiones una vez llegando a finalizar la fase de implementación y pruebas los cuales se detallan a continuación:

En el capítulo I se tiene el marco teórico con toda la información de los medidores convencionales utilizados actualmente; así como también conceptos e información básica sobre el envío de mensajes de texto y de microcontroladores, que posteriormente servirán para el desarrollo del proyecto y para la comprensión de los resultados obtenidos durante la fase de estudio.

En el capítulo II (diseño e implementación) describe todas las fases del diseño del sistema como son: diagramas de flujo de cada una de las etapas del programa en el microcontrolador y en la central donde se recibirá los datos enviados desde el medidor digital; también se habla de las características técnicas de cada uno de los elementos utilizados para la elaboración del medidor digital.

Las pruebas experimentales del sistema se las llevó a cabo en el capítulo III; siendo lo más importante del trabajo porque aquí se determina la fiabilidad, eficiencia del sistema. En este capítulo se realizó diferentes tipos de pruebas como son: lectura de datos, transmisión – recepción y de almacenamiento; también se realizó un análisis económico para determinar el costo total del sistema.

En el último capítulo se obtienen las conclusiones una vez llegado a culminar con todos los objetivos propuestos antes de la elaboración del presente proyecto.

PRESENTACIÓN

El objetivo de este proyecto es el de establecer un sistema que permita tomar las lecturas del consumo de agua potable en lugares residenciales digitalmente; así como su envío de consumo por medio de mensajes de texto hasta una central donde se almacenará estos datos.

En la actualidad se utilizan medidores convencionales para medir el consumo de agua potable y la lectura del consumo mensual la realiza funcionarios de la empresa de agua potable tornándose en momentos dificultosos debido al difícil acceso a los domicilios, el registro puede tener fallas y existe una mayor pérdida de tiempo y recursos.

Por estas razones se va a desarrollar la construcción, instalación y funcionamiento del medidor digital del consumo de agua potable, y de esta manera brindar un servicio eficiente, eficaz y real al usuario; y también generar una base de datos en la empresa de agua potable y de esta manera eliminar muchas dificultades que en la actualidad se presentan.

Con todo lo anteriormente se presenta el proyecto **“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN MEDIDOR DIGITAL PARA EL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LUGARES RESIDENCIALES Y ENVÍO DE DATOS VÍA SMS”** cuyos objetivos principales están de vincular este sistema en la empresa de agua potable.

Además el proyecto trata de dar aplicaciones teóricas como prácticas de todos los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera universitaria.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS

1.1. INTRODUCCIÓN

Desde la perspectiva tecnológica; por una parte, se aplican y ofertan servicios para sociedades que ya no existen, pues la sociedad actual presenta nuevas características como resultado del desarrollo de la ciencia y la tecnología y, en consecuencia, existen nuevas demandas de los ciudadanos como usuarios y beneficiarios directos; por otra parte, como fruto de las innovaciones, se prioriza el mejoramiento de todos los servicios públicos y privados, tratando de llegar a la calidad total y a la eficiencia.

El desarrollo y crecimiento urbano y rural, influye para que todas las instituciones del Estado atiendan las diferentes necesidades y traten de dar cobertura total de los servicios a la población de estos lugares. En este aspecto en el servicio de agua potable y el control de su consumo tienen responsabilidad directa las empresas que con este fin fueron creadas a nivel nacional.

Sin embargo es de anotar que todas las mediciones las realiza el personal de dichas empresas en forma manual, es decir concurriendo a cada domicilio, determinando el número de litros consumidos y luego en los respectivos departamentos calculando el valor a pagar por el consumo mensual.

Sin embargo, en la actualidad, no se puede negar las dificultades que implican todas estas actividades, generando en la mayoría de casos problemas como:

- La dificultad de acceder de parte de los funcionarios a los domicilios, especialmente en los lugares lejanos.
- Los registros pueden contener fallas de apreciación, ya que se vuelven de carácter subjetivo.

- La ausencia de las personas interesadas, para que brinden mayor facilidad para el trabajo.
- La pérdida de tiempo y priorización de recursos.

Ante tal situación, el trabajo de investigación a realizar, sobre la construcción, instalación y funcionamiento del medidor digital del consumo de agua potable, es de gran importancia porque permitirá actualizar y tecnificar las empresas estatales del ramo de acuerdo al avance de la ciencia y tecnología y de esta manera brindar un servicio eficiente, eficaz y real al usuario en forma particular y a la sociedad en forma general, generando con ello un ahorro de tiempo y eliminando al mismo tiempo las dificultades que en la actualidad se presentan.

1.2. MEDIDORES Y SENSORES DE FLUJO

1.2.1. DEFINICIÓN

Es un dispositivo que, instalado en una tubería, permite conocer el flujo volumétrico o caudal que está circulando por la misma, parámetro éste de muchísima importancia en aquellos procesos que involucran el transporte de un fluido. La mayoría de los medidores de caudal se basan en un cambio del área de flujo, lo que provoca un cambio de presión que puede relacionarse con el caudal a través de la ecuación de Bernoulli.

1.2.2. CONSUMO DE AGUA POTABLE¹

1.2.2.1. Antecedentes

Los Recursos Hídricos de la República del Ecuador están sujetos a una presión que es una función de la demanda del agua para satisfacer las múltiples necesidades que dependen de ella y de la desigual distribución del agua tanto en

¹ <http://tierra.rediris.es/hidrored/basededatos/docu1.html>

² <http://www.bmeters.com/Categoria.asp?LangID=SPA&CID=1>

³ www.cdc.org/sv/archivos/folleto-conozca-su-medidor.pdf

⁴ <http://www.monografias.com/trabajos31/medidores-flujo/medidores-flujo.shtml>

el espacio como en el tiempo. Muchas instituciones públicas y privadas nacionales tienen que ver con este cada vez más escaso recurso natural, lo cual perjudica su racional accionar al momento de servir a las comunidades y habitantes asentados dentro de sus fronteras, los cuales en muchos de los casos, comparten y litigan con fronteras naturales, políticas y administrativas.

La conservación, el manejo adecuado y sustentable del agua es particularmente importante en el país, pues las desigualdades de riqueza potencial entre diferentes cuencas y entre los diferentes actores sociales están estrechamente vinculadas al acceso al agua.

1.2.2.2. Estado de los recursos hídricos en el Ecuador

El territorio nacional se divide en 31 Sistemas Hidrográficos, conformados por 79 cuencas. Estos sistemas corresponden a las dos vertientes hídricas que naciendo en los Andes drenan hacia el Océano Pacífico en un número de 24 cuencas, la cual representan 123.243 Km², con un porcentaje de superficie del territorio nacional de 48,07%; y en un número de 7 hacia la Región Oriental, la cual enmarca una área de 131.802 Km² y que representa el 51,41% del territorio nacional.

Los aportes totales de la red hidrográfica nacional, con un error del 30% probable, son de 110 billones de m³ por año en la vertiente del Océano Pacífico y de 290 billones de m³ por año en la vertiente Amazónica. Existe una gran heterogeneidad de la distribución espacial de los caudales en las diferentes regiones geográficas del Ecuador, dado por las diversas condiciones físico-climáticas imperantes en el territorio nacional. El grado de uso del agua subterránea en el Ecuador es bajo, a excepción de la hoya de Latacunga.

1.2.2.3. Uso y Manejo de Agua Potable y Saneamiento

La cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado con 36.8% y 41.8%, del total de hogares, respectivamente, colocan al Ecuador en un nivel intermedio de prestación de este servicio, con relación al resto de países de América Latina. El área urbana y la cobertura de infraestructura de agua potable y alcantarillado

del Ecuador se ha incrementado notablemente en las últimas cuatro décadas, dando lugar al desarrollo acelerado de ciudades intermedias como el caso de Cuenca, Machala, Ambato y Santo Domingo de los Tsachilas.

En general, la mayor desproporción en la cobertura se observa entre las áreas urbanas y rurales, siendo especialmente críticas las carencias en las áreas rurales de la región Oriental y de las provincias de Cotopaxi, Tungurahua, Imbabura y Esmeraldas.

Estos porcentajes no dan cuenta de los problemas de calidad de los cuerpos receptores y de fallas en el funcionamiento de los sistemas cuando ocurren lluvias intensas. La única ciudad que cuenta con un sistema de tratamiento completo de sus aguas servidas es Cuenca; las cuencas de drenaje urbano (y por ende sus sistemas de alcantarillado), presentan problemas de crecidas y caudales máximos, como resultado del cambio del uso del suelo fruto de los desordenados procesos de urbanización. Pese a esto, con excepción de las ciudades de Quito y Cuenca, existe una escasa atención a actividades permanentes de hidrometría e hidrología urbana en las instituciones encargadas del manejo del agua potable y alcantarillado.

1.2.3. FUNCIONAMIENTO DEL MEDIDOR CONVENCIONAL²

La tecnología hidráulica y los organismos operadores de agua, desde hace años se dieron a la tarea de crear e instalar medidores de flujo hidráulico en cada una de las tomas instaladas.

Los principales componentes de todo tipo de medidor hidráulico son tres: cuerpo, cámara y registro.

² <http://www.bmeters.com/Categoria.asp?LangID=SPA&CID=1>



Figura 1.1: Componentes del medidor de agua convencional.

Su funcionamiento se deriva en dos tipos:

- **Chorro Único:**

El contador para agua de chorro único se utiliza principalmente como contador divisional en los circuitos domésticos. Su funcionamiento es muy sencillo ya que el flujo del agua actúa directamente en la turbina, cuya rotación, a través de los engranajes de la relojería, se transforma en litros/metros cúbicos.

Los conductos de entrada y salida se hallan en el mismo plano horizontal y el agua atraviesa la cámara medidora sin sufrir ningún desplazamiento en vertical, facilitando así la eliminación de minúsculas impurezas arrastradas por el agua.

Además, por la regularidad de la corriente del chorro la pérdida de carga es muy baja.

El contador para agua de chorro único puede ser de tres tipos:

- Contador de esfera húmeda con relojería completamente sumergida en el agua con transmisión directa desde la turbina a los engranajes.
- Contador de esfera húmeda con relojería sumergida en el agua y rodillos protegidos contenidos en una cápsula sellada. Transmisión directa desde la turbina a los engranajes.

El flujo de agua después de haber entrado en el contador, debe pasar a través de una serie de tubos que se hallan en la parte inferior del distribuidor, antes de impactar la turbina con chorros simétricos que la mantienen en perfecto equilibrio.

El agua luego sale a través de otra serie de conductos ubicados en la parte superior del mismo distribuidor. Esto permite que el contador para agua conserve a lo largo del tiempo sus mejores prestaciones hidráulicas de desgaste.

El contador con chorro múltiple puede ser de tres tipos:

- Contador de esfera húmeda con relojería completamente sumergida en agua con transmisión directa desde la turbina a los engranajes.
- Contador de esfera húmeda con relojería sumergida en agua y rodillos protegidos contenidos en una cápsula sellada. Transmisión directa desde la turbina a los engranajes.
- Contador de esfera seca, con relojería separada del flujo de agua. En este caso la transmisión se lleva a cabo a través de un acoplamiento magnético.

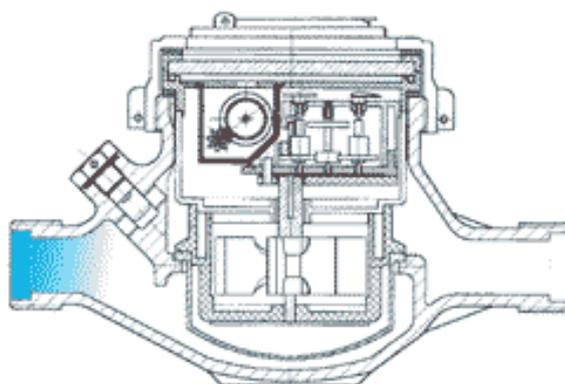


Figura 1.4: Medidor de agua convencional Chorro Múltiple.

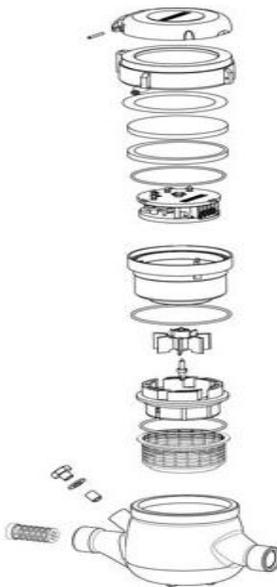


Figura 1.5: Componentes del medidor de agua convencional Chorro Múltiple.

Los medidores tienen un mecanismo interno que es accionado con el paso del agua como se demostró anteriormente, este mecanismo es el que mueve de manera continua las agujas y los números ubicados en la carátula del medidor.

El principio de funcionamiento se basa en que el agua penetra en la cámara de medición produciéndose el movimiento de una turbina o un pistón (según el caso de lo que se pretenda medir, el volumen de agua que pasa o la velocidad con que lo hace) por el empuje de agua.

Este movimiento se transmite durante un tren de engranes o imanes (según el tipo de medidor que este sea, mecánico o magnético) al registro donde se realiza la lectura.

- **Los números:** Todos los medidores son hechos con un código de colores, en el cual se usa el color negro para los indicadores de los metros cúbicos, y el verde para los indicadores de los litros.



Figura 1.6: Indicador numérico

- **Las agujas:** Para saber las cantidades de agua que está marcando la aguja de un reloj, primero se debe observar los números que se encuentran junto al reloj; estos números se llaman factores y según el factor será la cantidad de agua que indica la aguja.

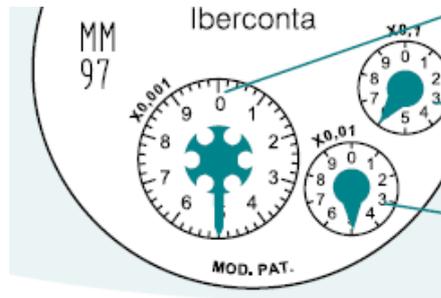


Figura 1.7: Indicadores de agujas

Finalmente, hay que tomar en cuenta que los indicadores trabajan en conjunto y que si un indicador comienza a marcar un número, este no está completo, si el indicador anterior no ha pasado de 9 a 0.

- **El número X0,0001:** Indica que la aguja marca la décima parte de un litro o un decilitro.



Figura 1.8: Indicador de aguja para decenas de litro

- **El número X0,001:** Aparece siempre junto al reloj donde se marcan los litros.



Figura 1.9: Indicador de aguja para litros

- **El número X0,01:** Es ubicado junto al reloj donde se miden las decenas de litros.



Figura 1.10: Indicador de aguja para decenas de litros

- **El número X0,1:** Significa que la aguja de ese reloj va marcando los cientos de litros.



Figura 1.11: Indicador de aguja para cientos de litros

Todos los medidores miden cantidades de agua potable, pero no todos se leen de la misma manera, por lo cual es necesario conocer los diferentes tipos de medidores utilizados.

1.2.3.1. Tipos de medidores Analógicos³

- **Medidor Tipo 1**

Fue el más frecuente de los medidores, tiene tres relojes de diferente tamaño y una serie de cinco números o indicadores en color negro.

La aguja del reloj más grande, marca los litros de uno en uno, hasta llegar a diez, en la figura 1.12 la aguja indica 5 litros.

La aguja del reloj de en medio, indica los litros de diez en diez, hasta cien, el ejemplo muestra 50 litros.

La aguja del reloj de la derecha, cuenta las centenas de litros, hasta llegar a mil litros, que equivalen a un metro cúbico (m³), en la figura 1.12 el indicador está en el rango del seis por lo que refleja 600 litros.

³ www.cdc.org/sv/archivos/folleto-conozca-su-medidor.pdf

Los números negros indican los metros cúbicos registrados por el medidor, en el ejemplo se leen 873 m³. Entonces la lectura que muestra la figura 1.12 es de 873 m³ con 655 litros.

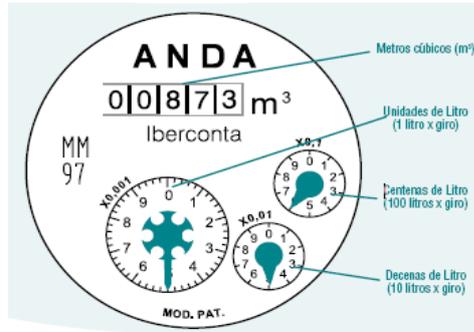


Figura 1.12: Medidor de agua convencional Tipo 1.

- **Medidor Tipo 2**

Consiste en un sólo reloj grande en el que la aguja va marcando el consumo de litro en litro con las rayitas más pequeñas, que resaltan cada cinco litros, y las decenas de litros aparecen numeradas de diez en diez.

A su vez, el medidor tiene una pantalla con números en negro, que son los metros cúbicos (m³), y un número en verde que equivale a las centenas de litros de agua consumidos. En el ejemplo, la aguja está en el 98, casi llegando a los 100 litros, por eso el número verde está cambiando su lectura, la figura 1.13 muestra 1148m³ con 198 litros.

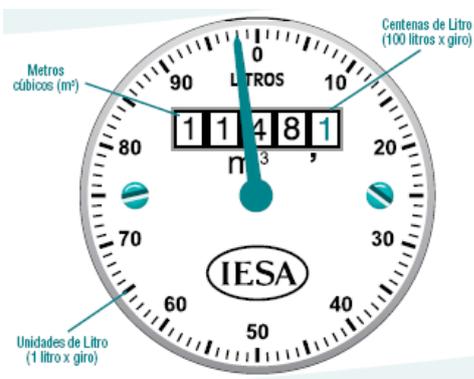


Figura 1.13: Medidor de agua convencional Tipo 2.

- **Medidor Tipo 3**

Este medidor cuenta con una pantalla compuesta de dos partes, una con cinco números negros, y otra, con tres números o indicadores rojos y un reloj. Para comprender su lectura, se debe tomar en cuenta la ubicación y el color de los indicadores.

Los números de color negro indican los metros cúbicos y los números rojos indican los litros registrados por el medidor. Así, la lectura de la figura 1.14 se lee: 5,329 m³ con 421.2 litros

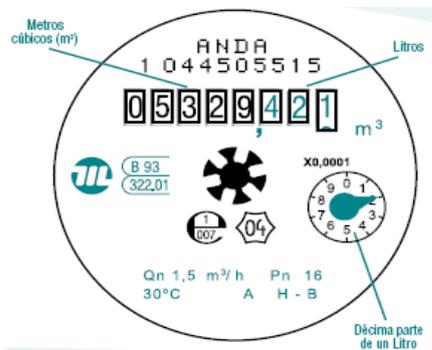


Figura 1.14: Medidor de agua convencional Tipo 3.

- **Medidor Tipo 4**

Es parecido al Tipo 1, ya que posee tres relojes de diferente tamaño y una serie de cinco números, pero posee otras diferencias: De los cinco números solo cuatro son negros, y son los metros cúbicos; en el dibujo están indicando 34 m³. El último de los cinco indicadores numéricos es verde, y registra las centenas de litros de cien en cien; En el ejemplo está en el 9, por lo que se debe leer 900 litros. La aguja del reloj con el factor X0.01, marca las decenas de litros, en el ejemplo está en el rango del 9, o sea que marca 90 litros. La aguja con el factor X0.001, indica los litros consumidos, de uno en uno, en la figura 1.15 está en el número 2, es decir que indica 2 litros. Finalmente la aguja del reloj más grande con el factor X0.0001, registra decilitros (la décima parte de un litro), en el ejemplo indica 4 decilitros o 0.4 litros. En este ejemplo la lectura debe leerse 34 m³ con 992.4 litros.

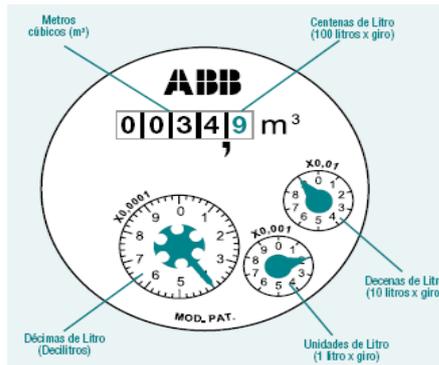


Figura 1.15: Medidor de agua convencional Tipo 4.

- **Medidor Tipo 5**

Este es el medidor que se está instalando recientemente. Cuenta con una pantalla compuesta por cinco números color negro, que representan los metros cúbicos y cuatro relojes, que registran los litros de agua consumidos. La aguja del primer reloj a la izquierda, con el factor X0.0001 marca los decilitros y al completar una vuelta registra un litro. El segundo tiene el factor X0.001 y marca los litros, de uno en uno y al dar una vuelta completa registra diez litros. El tercero tiene el factor X0.01 y muestra las decenas de litros, al completar la vuelta registra cien litros. La aguja del último reloj que aparece a la derecha junto al factor X0.1 marca las centenas de litros, por lo que al completar una vuelta, registra mil litros que forman un metro cúbico de agua consumida.

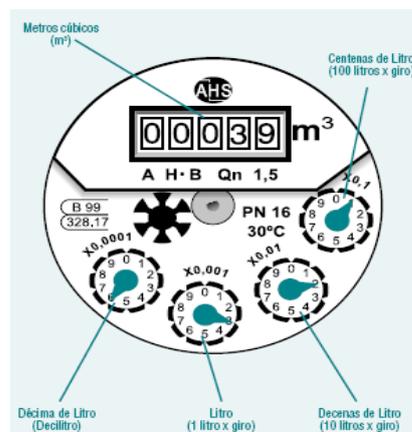


Figura 1.16: Medidor de agua convencional Tipo 5.

1.2.3.2. Características generales de un medidor de agua convencional

- Carcasa: Bronce
- Registro sellado al vacío
- Temperatura máxima 50°C
- Máxima presión de trabajo 16 BAR
- Recubrimiento externo epóxido
- Filtro interno
- Niples y conectores incluidos - NPT
- Cumple con norma ISO 4064
- Válvula antiretorno opcional
- Protección Magnética

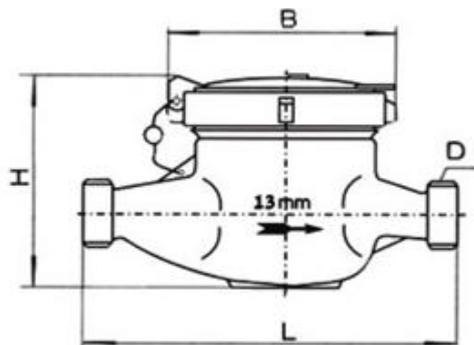


Figura 1.17: Gráfico General de un medidor convencional de agua

1.2.4. CLASIFICACIÓN DE LOS MEDIDORES Y SENSORES DE FLUJO

Siempre que se trabaja con un fluido, existe la necesidad de realizar un conteo de la cantidad que se transporta, para lo cual se utiliza medidores de flujo.

Algunos de ellos miden la velocidad de flujo de manera directa y otros miden la velocidad promedio.

1.2.4.1. Factores para la elección del tipo de medidor de fluido⁴

- **Rango:** los medidores disponibles en el mercado pueden medir flujos desde varios mililitros por segundo (ml/s) para experimentos precisos de laboratorio hasta varios miles de metros cúbicos por segundo (m³/s) para sistemas de irrigación de agua o agua municipal o sistemas de drenaje. Para una instalación de medición en particular, debe conocerse el orden de magnitud general de la velocidad de flujo así como el rango de las variaciones esperadas.
- **Exactitud requerida:** cualquier dispositivo de medición de flujo instalado y operado adecuadamente puede proporcionar una exactitud dentro del 5 % del flujo real. La mayoría de los medidores en el mercado tienen una exactitud del 2% y algunos dicen tener una exactitud de más del 0.5%. El costo es con frecuencia uno de los factores importantes cuando se requiere de una gran exactitud.
- **Pérdida de presión:** debido a que los detalles de construcción de los distintos medidores son muy diferentes, éstos proporcionan diversas cantidades de pérdida de energía o pérdida de presión conforme el fluido corre a través de ellos. Excepto algunos tipos, los medidores de fluido llevan a cabo la medición estableciendo una restricción o un dispositivo mecánico en la corriente de flujo, causando así la pérdida de energía.
- **Tipo de fluido:** el funcionamiento de algunos medidores de fluido se encuentra afectados por las propiedades y condiciones del fluido. Una consideración básica es si el fluido es un líquido o un gas. Otros factores que pueden ser importantes son la viscosidad, la temperatura, la corrosión, la conductividad eléctrica, la claridad óptica, las propiedades de lubricación y homogeneidad.

⁴ <http://www.monografias.com/trabajos31/medidores-flujo/medidores-flujo.shtml>

- **Calibración:** se requiere de calibración en algunos tipos de medidores. Algunos fabricantes proporcionan una calibración en forma de una gráfica o esquema del flujo real versus indicación de la lectura. Algunos están equipados para hacer la lectura en forma directa con escalas calibradas en las unidades de flujo que se deseen. En el caso del tipo más básico de los medidores, tales como los de cabeza variable, se han determinado formas geométricas y dimensiones estándar para las que se encuentran datos empíricos disponibles. Estos datos relacionan el flujo con una variable fácil de medir, tal como una diferencia de presión o un nivel de fluido.

1.2.4.2. Ecuación de Bernoulli⁵

La ecuación de Bernoulli describe el comportamiento de un fluido bajo condiciones variantes y tiene la forma siguiente:

$$P + \frac{1}{2}\rho v^2 + \rho gh = \text{constante}$$

Ec. (1)

Donde:

P: Es la presión estática a la que está sometido el fluido, debida a las moléculas que lo rodean.

ρ : Densidad del fluido.

v : Velocidad de flujo del fluido.

g : Valor de la aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

h : Altura sobre un nivel de referencia.

⁵ <http://www.lawebdefisica.com/dicc/bernoulli>

1.2.4.3. Tipos de Medidores de Flujo Volumétrico⁶

Los medidores de flujo volumétrico pueden determinar el caudal de volumen de fluido de dos formas:

- Directamente (con dispositivos de desplazamiento positivo)
- Indirectamente (mediante dispositivos de presión diferencial)

1.2.4.3.1. MEDIDORES DE PARÁMETROS DE FLUJO LOCAL

1. Tubo Pitot

El tubo Pitot es quizá la forma más antigua de medir presión diferencial y también de conocer la velocidad de circulación de un fluido en una tubería. En la siguiente figura 1.18 se muestra en su forma más sencilla un pequeño tubo con la entrada orientada en contra del sentido de la corriente de fluido. La velocidad del fluido en la entrada del tubo se hace nula, al ser un punto de estancamiento, convirtiendo su energía cinética en energía de presión, lo que da lugar a un aumento de presión dentro del tubo Pitot.

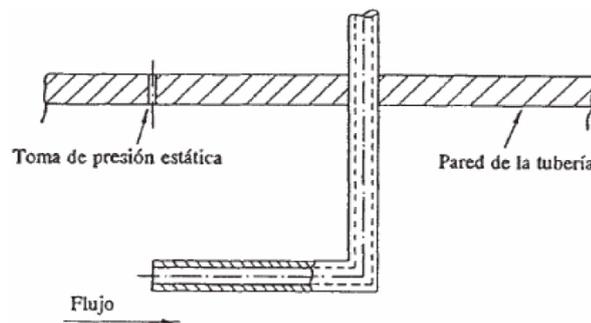


Figura 1.18: Tubo Pitot en su forma más sencilla.

⁶ http://www.ing.unlpam.edu.ar/~material/fluidos/pdf/clase_medidores_flujo.pdf

En la práctica se emplea un diseño con dos tubos concéntricos, el interior que actúa de tubo Pitot y el exterior como un medio de medir la presión estática.

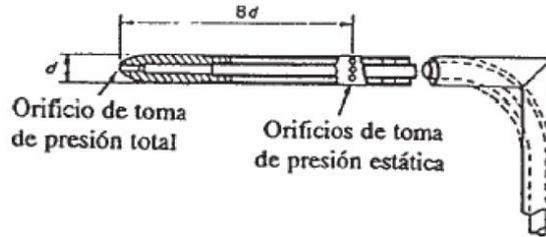


Figura 1.19: Tubo Pitot clásico

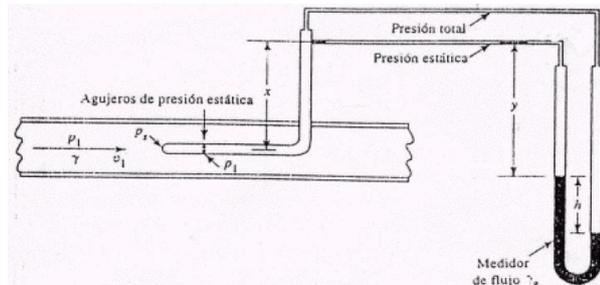


Figura 1.20: Medición con un Tubo Pitot

Los tubos de Pitot tienen la ventaja de que produce una pérdida de presión despreciable. Son también baratos, y su instalación simplemente consiste en un simple proceso de ponerlo en un pequeño agujero taladrado en la tubería. Si se utilizan adecuadamente pueden conseguirse precisiones moderadas y aunque su uso habitual sea para la medida de velocidad del aire, se usan también para indicar el caudal total en grandes conductos y prácticamente con cualquier fluido.

Su principal fallo es que la exactitud de la medida es sólo del 5% y los dispositivos de medida de presión tienen que alcanzar algo más de exactitud, sobre todo si la diferencia de presión creada es muy pequeña. La principal desventaja es su dificultad para medir bajas velocidades del aire. Para líquidos quizás el principal problema sea la rotura de la sonda.

1.2.4.3.2. MEDIDORES DE PRESIÓN DIFERENCIAL

Presentan una reducción de la sección de paso del fluido, dando lugar a que el fluido aumente su velocidad, lo que origina un aumento de su energía cinética y, por consiguiente, su presión tiende a disminuir en una proporción equivalente, de acuerdo con el principio de conservación de la energía.

El caudal es estimado midiendo la diferencia de presión y usando un coeficiente de corrección empírica.

Entre los medidores de presión diferencial se destacan:

- Tubos Venturi
- Tubos Dall
- Placas orificio
- Boquillas de flujo
- Tubos Pitot
- Codos
- Medidores de área variable
- Medidores de placa

Ventajas

- Sencillez de construcción.
- Funcionamiento de fácil comprensión.
- No son caros.
- Pueden utilizarse para la mayoría de los fluidos.

Desventajas

- La amplitud del campo de medición es menor que para la mayoría de los otros tipos de medidores.

- Pueden producir pérdidas de carga significativas.
- La señal de salida no es lineal con el caudal.
- Deben respetarse unos tramos rectos de tubería aguas arriba y aguas abajo del medidor que, según el trazado de la tubería y los accesorios existentes, pueden ser grandes.
- Pueden producirse efectos de envejecimiento, es decir, acumulación de depósitos o la erosión de las aristas vivas.
- La precisión suele ser menor que la de medidores más modernos

1. Tubos Venturi

Tienen la forma mostrada en la figura 1.21.

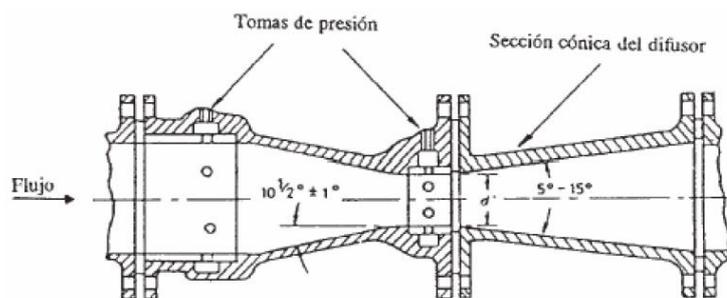


Figura 1.21: Tubo Vénturi.

Se destacan las siguientes partes fundamentales:

- Una sección aguas arriba de igual diámetro que la tubería y provista de una abertura que permita colocar algún implemento (por ejemplo sensor de presión)
- Una sección de entrada cónica convergente (la sección transversal disminuye, entonces la velocidad del fluido aumenta y la presión disminuye)
- Una sección cilíndrica donde la velocidad del fluido se mantiene prácticamente constante.

- Sección de salida cónica divergente en la que la sección transversal aumenta hasta alcanzar el diámetro original de la tubería, disminuyendo la velocidad y aumentando la presión. La incorporación de esta sección de salida permite una recuperación de la mayor parte de la presión diferencial producida y, por lo tanto, ahorro de energía.

Las principales limitaciones de los Vénturi son su elevado costo y la longitud necesaria para su instalación, sobre todo para grandes tamaños de tubería. Sin embargo, debido a su baja pérdida de carga, son justificados en casos donde tienen que bombearse grandes cantidades de líquido en forma continua.

Cuando la pérdida de carga no es importante, se sustituye por una placa orificio debido a su menor costo y su mayor facilidad de instalación y mantenimiento.

En general, las características deseables de un medidor de flujo son que:

- Tenga una calibración confiable y reproducible.
- Introduzca una pérdida de energía pequeña en el sistema.
- Bajo costo.
- Requiera un espacio mínimo.

2. Tubo Dall

El tubo Dall, mostrado en la Figura 1.22, consiste en dos reductores cónicos insertados en la tubería que porta el líquido. Tiene una forma interna muy similar al tubo de Venturi, excepto porque falta una garganta. Esta construcción es mucho más fácil que la de Venturi y esto da al tubo Dall una ventaja en costo, aunque la exactitud de la medida no sea tan buena. Otra ventaja del tubo Dall es su pequeña longitud, lo que hace más fácil introducirlo en la línea del fluido. El

tubo Dall tiene además otra ventaja operacional, la pérdida permanente de presión es del 5%, y así es sólo la mitad que la debida al Venturi.

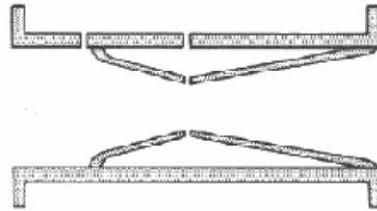


Figura 1.22: Tubo Dall

3. Placas Orificio

Una placa orificio es una placa plana con un orificio. El orificio puede ser concéntrico, excéntrico o segmental, con el fin de evitar arrastres de sólidos o gases que pueda llevar el fluido, la placa incorpora, normalmente, un pequeño orificio de purga. Entre los diversos perfiles de orificio que se utilizan están los de cantos vivos, de cuarto de círculo y de entrada cónica.

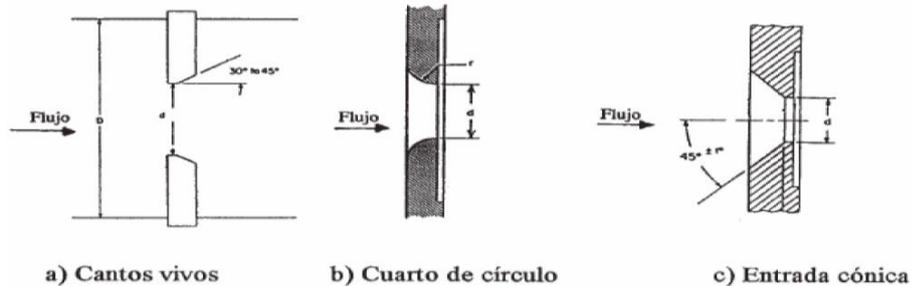


Figura 1.23: Perfiles de orificios.

Cuando se coloca en forma concéntrica dentro de una tubería ésta provoca que el flujo se contraiga bruscamente conforme se aproxima al orificio y se expanda nuevamente al diámetro total de la tubería luego de atravesarlo. La corriente que fluye a través del orificio forma una vena contracta y la rápida velocidad del flujo resulta en una disminución de presión aguas abajo del orificio. Los ramificadores

antes y después del orificio permiten la medición de la presión diferencial a través del medidor.

Para captar la presión diferencial que origina la placa de orificio, es necesario conectar dos tomas, una en la parte anterior y otra en la parte posterior de la placa. La disposición de las tomas puede ser: en las bridas, en la vena contraída, y en la tubería.

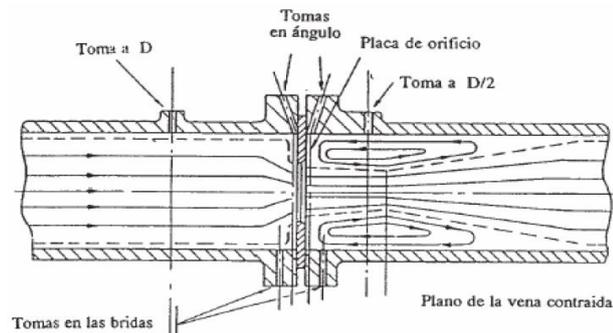


Figura 1.24: Disposición de las tomas.

4. Boquilla de Flujo

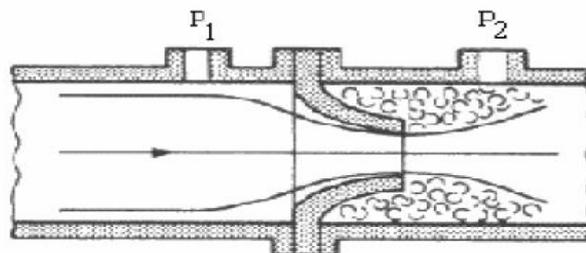


Figura 1.25: Boquilla de flujo

La forma de una boquilla de flujo se muestra en la figura 1.25. Esta no está inclinada para partículas sólidas o burbujas de gas. Su vida útil también es mayor porque no se desgasta. Estos factores contribuyen a dar al instrumento una mayor exactitud de medida. Sin embargo, como la fabricación de una boquilla de flujo es más compleja que la de la placa de orificio, es también más costosa. Una aplicación típica es la medida de flujo de vapor.

5. Codos

Cuando un fluido circula por el codo de una tubería está sujeto a una aceleración angular. La fuerza centrífuga resultante crea una presión diferencial entre el radio interior y el radio exterior. La raíz cuadrada de esta presión diferencial es proporcional al caudal, siendo la base fundamental de estos medidores de caudal.

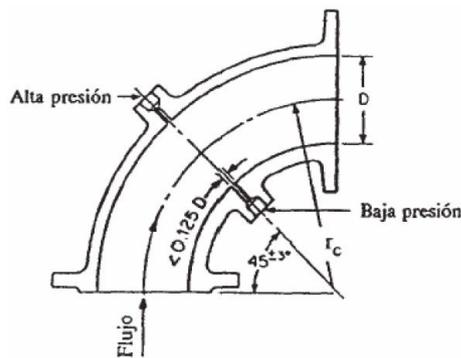


Figura 1.26: Codo y sus tomas de presión.

La toma en el codo presenta la ventaja de que como la mayoría de las configuraciones de tuberías tienen codos, pueden situarse en ellos la toma de presión. Esto permite una instalación económica, sin pérdidas de presión, y sin introducir obstrucciones en la línea.

1.2.4.3.3. MEDIDORES CON ACCIONAMIENTO MECÁNICO

1. Medidores de Desplazamiento Positivo

Los medidores de desplazamiento positivo miden la cantidad de fluido que circula por un conducto, dividiendo el flujo en volúmenes separados y sumando los volúmenes que pasan a través del medidor. Todas las versiones de los medidores de desplazamiento positivo son dispositivos de bajo rozamiento, bajo mantenimiento y larga vida, aunque provocan una pequeña pérdida de presión en el fluido.

Características:

Como todos los dispositivos mecánicos complicados, los medidores de desplazamiento presentan resistencia a la fricción, la cual tiene que ser vencida por el fluido circulando. Para caudales muy bajos, el fluido no tiene energía cinética suficiente para hacer girar el rotor frente a esta fricción, que además incluye, en la mayoría de los medidores de desplazamiento, la resistencia ofrecida por el mecanismo articulado del contador, por lo que el fluido se desliza lentamente entre los componentes del medidor y la cámara, sin producir movimiento del rotor o pistón. El error del medidor se define como:

$$E = \frac{Q_{indicado} - Q_{real}}{Q_{real}} \quad \text{Ec.(2)}$$

En cada medidor, se pueden destacar tres componentes comunes:

- Cámara que se encuentra llena de fluido.
- Desplazador que bajo la acción del fluido circulando, transfiere el fluido desde el final de una cámara.
- Mecanismo que cuenta el número de veces que el desplazador se mueve de una parte a otra en la cámara de trabajo.

Dentro de los diferentes tipos de medidores para líquidos se considerarán los siguientes:

- medidores de tipo pistón
 - medidores de paletas deslizantes
 - medidores de engranaje
-
- Medidor de pistón

El medidor de pistón rotatorio es el más común de los medidores de desplazamiento positivo, y está ilustrado en la figura 1.27. Éste usa un pistón

cilíndrico el cual es desplazado en una cámara también cilíndrica por el fluido. La rotación del pistón se transmite a un eje de salida. Éste puede ser usado con una escala de indicación para dar una salida visual o puede ser convertido en una señal eléctrica de salida.

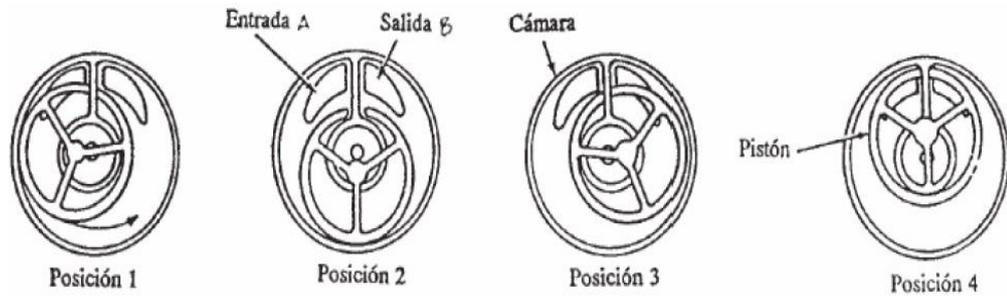


Figura 1.27: Etapas de funcionamiento de un medidor de pistón oscilante

Consiste de un pistón hueco montado excéntricamente dentro de un cilindro. El cilindro y el pistón tienen la misma longitud, pero el pistón tiene un diámetro más pequeño que el cilindro. El pistón, cuando está en funcionamiento, oscila alrededor de un puente divisor, que separa la entrada de la salida del líquido. Al comienzo de un ciclo el líquido entra al medidor a través de la puerta de entrada A, en la posición 1, forzando al pistón a moverse alrededor del cilindro en la dirección mostrada en la Figura 1.27, hasta que el líquido delante del pistón es forzado a salir a través de la puerta de salida B, en la posición 4, quedando el dispositivo listo para comenzar otro ciclo.

- Medidores de paletas deslizantes

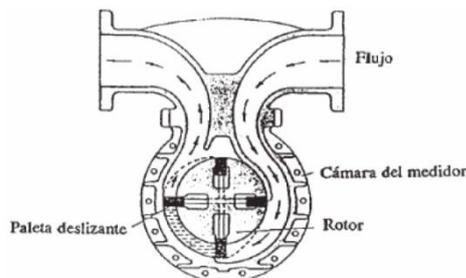


Figura 1.28: Medidor de paletas deslizantes

Este medidor consta de un rotor con unas paletas, dispuestas en parejas opuestas, que pueden deslizarse libremente hacia adentro y hacia fuera de su alojamiento. Los miembros de las paletas opuestas se conectan rígidamente mediante varillas, y el fluido circulando actúa sobre las paletas sucesivamente, provocando el giro del rotor.

Mediante esta rotación el líquido se transfiere desde la entrada a la salida a través del espacio entre las paletas. Como éste es el único camino para el paso de líquido desde la entrada a la salida, contando el número de revoluciones del rotor, puede determinarse la cantidad de líquido que ha pasado. El cierre se lleva a cabo por la acción de las paletas sobre la pared de la cámara, mediante una combinación de presión de líquido y fuerzas centrífugas, auxiliado por el apriete, mediante resortes, de las paletas contra la pared de la cámara.

- Medidores de engranajes

Se destacan:

- Medidores de rueda oval
- Medidores helicoidales

Medidores de rueda oval

Este medidor dispone de dos ruedas ovales que engranan entre sí y tienen un movimiento de giro debido a la presión diferencial creada por el flujo de líquido. La acción del líquido actúa de forma alternativa sobre cada una de las ruedas, dando lugar a un giro suave de un par prácticamente constante. Tanto la cámara de medida como las ruedas están mecanizadas con gran precisión, con el fin de conseguir que el desplazamiento entre ellas se produzca con el mínimo rozamiento, sin que se formen bolsas o espacios muertos y desplazando la misma cantidad de líquido en cada rotación.

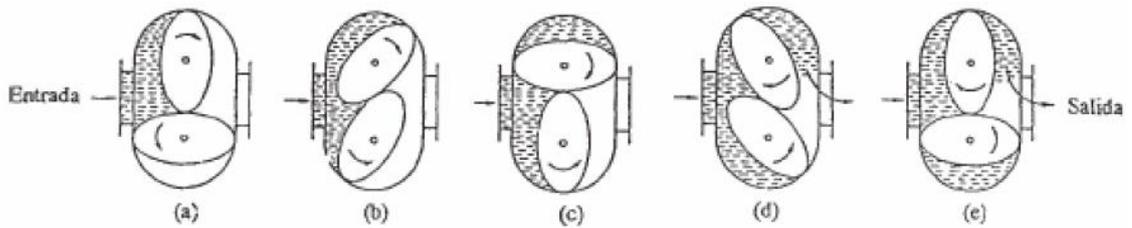


Figura 1.29: Medidor de rueda oval

La principal ventaja de estos medidores es que la medida realizada es prácticamente independiente de variaciones en la densidad y en la viscosidad del líquido.

Medidores helicoidales

El funcionamiento es similar al de la rueda oval.

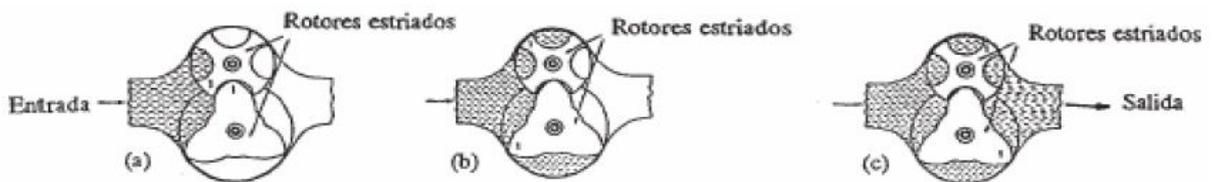


Figura 1.30: Medidor de engranajes helicoidales.

2. Medidores de Turbina

Los medidores para gas y para líquido funcionan bajo el mismo principio. La figura 1.31 muestra la sección transversal de un medidor de turbina típico para líquidos. Consta de una longitud de tubería en el centro de la cual hay un rotor de paletas múltiple, montado sobre cojinetes, para que pueda girar con facilidad, y soportando aguas arriba y aguas abajo por un dispositivo de centrado tipo cruceta que, habitualmente, incorpora un enderezador de la vena fluida.

El caudal entonces está dado por:

$$Q = k \cdot n \quad \text{Ec.(3)}$$

Donde

n: número de pulsos por unidad de tiempo

k: constante del medidor (dependiente del diseño y tamaño del medidor, del diámetro de la tubería y del número de paletas).

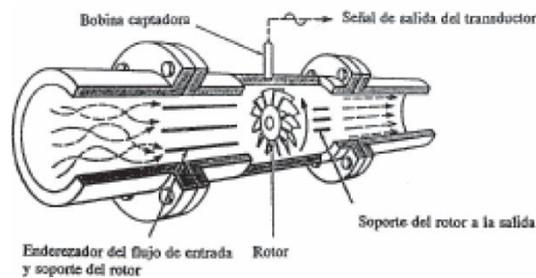


Figura 1.31: Sección transversal de un medidor de turbina para líquidos

Los medidores de turbina para gas o líquido difieren fundamentalmente en el diseño del rotor.

Una salida mediante impulsos eléctricos se produce cuando se detecta el paso de cada paleta alrededor de uno o más sensores situados en el campo del medidor. El punto más débil en un medidor de turbina para líquidos son los cojinetes, ya que tienen que soportar el peso del rotor.

Los medidores de turbina son muy afectados por las partículas del fluido. Este deterioro debido al uso es un particular problema que conlleva una permanente pérdida de presión del sistema de medida.

Los medidores de turbina tienen un costo similar y unas ventas muy parecidas a los medidores de desplazamiento positivo. Los medidores de turbina son más pequeños y más ligeros, y son preferidos para fluidos de baja viscosidad.

1.2.4.3.4. OTROS MEDIDORES VOLUMÉTRICOS

1. Medidores de Área Variable

Funcionan sobre la base de mantener una presión diferencial constante, permitiendo aumentar el área eficaz de flujo con el caudal.

El más utilizado es el que está formado por un tubo cónico de eje vertical y un flotador. El fluido circula en sentido ascendente por el tubo desplazando un flotador que, habitualmente, lleva unas ranuras que dan lugar a que el flotador gire, proporcionándole estabilidad y efecto de centrado necesario. Esta rotación es la que ha dado origen al nombre de rotámetro.

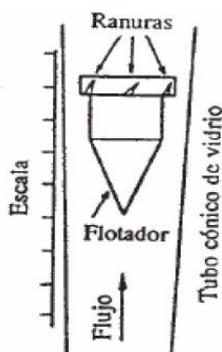


Figura 1.32: Rotámetro de tubo de vidrio cónico y flotador

Cuando no hay flujo el flotador descansa en la parte baja del tubo, pero al pasar el fluido hace ascender el flotador de su posición de reposo, a fin de mantener la caída de presión a través del flotador en equilibrio con los efectos de empuje hidrostático y gravitatorio que actúan sobre el mismo. Puesto que el peso del flotador sumergido es una constante para un fluido dado, la caída de presión también tiene que permanecer constante. Por consiguiente, cuando el caudal aumenta el flotador ascenderá en el tubo con el fin de proporcionar una sección anular de paso mayor, para que el fluido pueda pasar a través de ella.

La altura que alcanza el flotador es así una indicación del caudal que está pasando y, en el caso de tratarse de un tubo transparente, puede graduarse directamente sobre el tubo en unidades de caudal.

Cuando las condiciones de trabajo son más severas, el tubo se fabrica de metal. La precisión que puede conseguirse con los medidores de área variable no suele ser mejor que $\pm 2\%$ de desviación a plena escala, por lo que no son aconsejables cuando se requiere una elevada precisión.

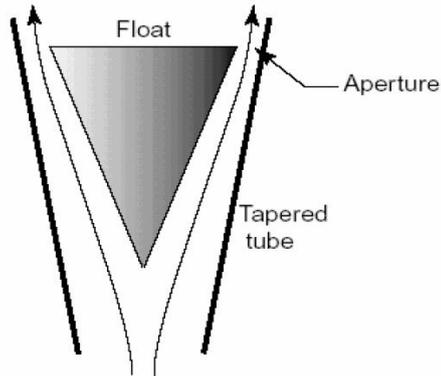


Figura 1.33: Flotador

2. Medidores De Placa

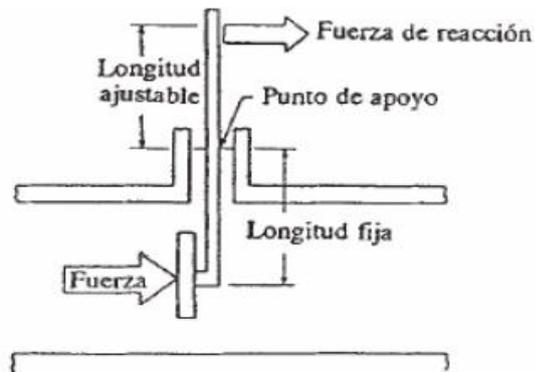


Figura 1.34: Medidor de placa

En estos medidores el cambio de presión es generado por un obstáculo, como una placa circular, ubicada en el flujo.

3. Medidores de Caudal Electromagnéticos

Utiliza el mismo principio básico que el electromagnetismo, es decir, cuando un conductor se mueve a través de un campo magnético se genera una fuerza electromotriz en el conductor, siendo su magnitud directamente proporcional a la velocidad media del conductor en movimiento. Si el conductor es una sección de un líquido conductor circulando por un tubo aislado eléctricamente, a través de un campo magnético y se montan los electrodos diametralmente opuestos en la pared de la tubería, tal como se muestra en la Figura 1.41, la fuerza electromotriz generada a través de los electrodos es directamente proporcional a la velocidad media del fluido.

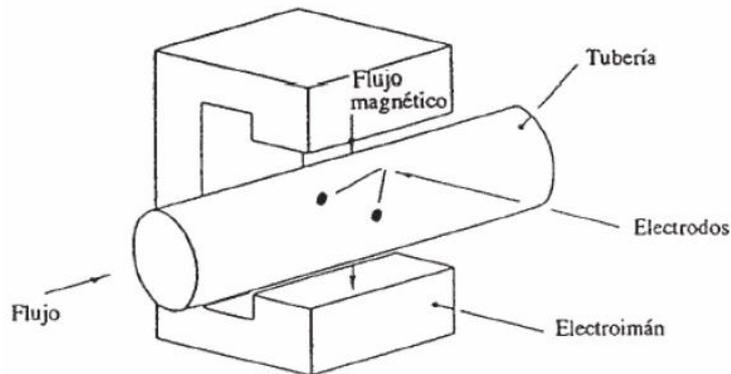


Figura 1.35: Elementos de un medidor electromagnético

El instrumento, mostrado en la Figura 1.35, consiste en tubo cilíndrico de acero inoxidable, atacado con una capa aislante, el cual transporta el fluido a medir.

Una capa magnética es creada en el tubo mediante la polarización de dos electrodos insertados a ambos lados del tubo. Los extremos de estos electrodos están usualmente al mismo nivel que la superficie interior del cilindro. Puesto que los electrodos tienen que hacer un contacto con el fluido, su material tiene que ser compatible con las propiedades químicas del fluido que circula.

Ventajas:

- No presentan obstrucciones al flujo, por lo que son adecuados para la medida de todo tipo de suspensiones, barros, melazas, etc.
- No dan lugar a pérdidas de carga, por lo que son adecuados para su instalación en grandes tuberías de suministro de agua, donde es esencial que la pérdida de carga sea pequeña.
- Se fabrican en una gama de tamaños superior a la de cualquier otro tipo de medidor.
- No son prácticamente afectados por variaciones en la densidad, viscosidad, presión, temperatura y, dentro de ciertos límites, conductividad eléctrica.
- No son seriamente afectados por perturbaciones del flujo aguas arriba del medidor.
- La señal de salida es, habitualmente, lineal.
- Pueden utilizarse para la medida del caudal en cualquiera de las dos direcciones.

Desventajas:

- El líquido cuyo caudal se mide tiene que tener una razonable conductividad eléctrica. Para los fines industriales el límite práctico es del orden de 10 ohms cm^{-1} . Esto significa que los líquidos acuosos pueden manejarse adecuadamente, lo que no ocurre con los líquidos orgánicos.
- La energía disipada por las bobinas da lugar al calentamiento local del tubo del medidor.

- Al igual que otras formas de medida, este instrumento requiere un tramo recto inmediatamente antes del punto donde se realiza la medida para cierta exactitud en la medida, aunque una longitud igual a cinco veces del diámetro puede ser suficiente.

4. Medidores de Velocidad de Flujo por Imágenes de Partículas

La técnica de medición de velocidad de flujo por imágenes de partículas (PIV) ha ido ganando aceptación como herramienta para evaluar el campo de flujo en circuitos y máquinas hidráulicas. En muchos ámbitos es incluso usada para conocer las tensiones de corte en la pared a partir la medición de velocidades locales.

PIV utiliza el concepto del desplazamiento de partículas en un pequeño intervalo de tiempo para obtener el campo de velocidades del flujo. Es una técnica no invasiva y puede proveer un valor vectorial, instantáneo del campo de velocidades con una resolución espacial comparable a la obtenida por otras técnicas.

Detalles de la técnica PIV:

Existen distintas técnicas de medición de velocidad local, algunas determinan la velocidad del flujo punto a punto y otras realizan una descripción completa e instantánea de todo el campo de velocidades del flujo. Siendo el atractivo de estas últimas, la cantidad de información que proveen sin perturbar el flujo.

Consiste en registrar, en dos imágenes separadas por un intervalo de tiempo conocido, t , la posición de un grupo de partículas que viajan en el flujo, al cual se quiere medir la velocidad. Las imágenes adquiridas son procesadas utilizando técnicas de correlación estadística⁷ para determinar el campo de desplazamiento de las partículas, el cual, al dividir por t , da el campo de velocidades en el plano

⁷ determina la relación o dependencia que existe entre dos variables

de la imagen. La figura 1.36 muestra un esquema explicativo de la técnica PIV bidimensional.

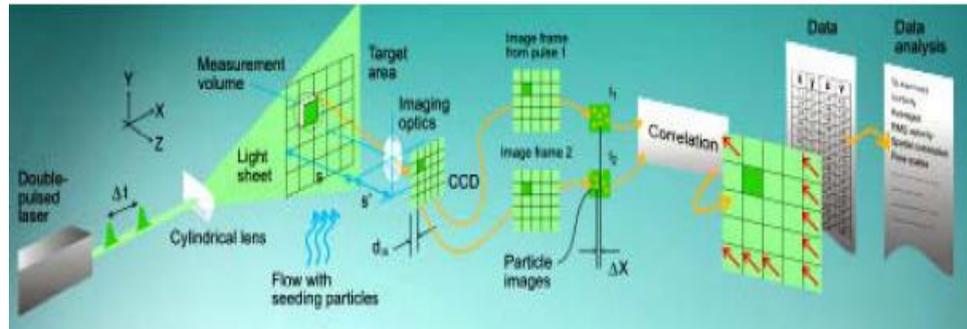


Figura 1.36: Esquema explicativo de la técnica PIV bidimensional

Para la aplicación de esta técnica es necesario que el fluido sea transparente, permitiendo la correcta visualización de las partículas trazadoras, para esto se requiere una buena iluminación, la cual se logra mediante un plano láser pulsado de alta intensidad, que ilumina un plano de la región de interés. Para conocer el campo de velocidades en toda la región, se mueve el plano de iluminación hasta cubrir el volumen completo bajo estudio.

Es importante destacar que la técnica de PIV se basa en las siguientes suposiciones:

- Las partículas trazadoras se mueven igual que el fluido, por lo que conocer su movimiento implica conocer el movimiento del fluido.
- El desplazamiento dentro de cada subventana es homogéneo, o sea no existen gradientes de velocidad dentro de la misma.
- La densidad de partículas es homogénea dentro de la región de estudio.

5. Medidores Ultrasónicos

La técnica ultrasónica de medida del flujo es, como los medidores electromagnéticos, un método no invasivo. No está restringido para fluidos conductores, aunque son particularmente usados para medir fluidos corrosivos y con sedimentos. Una ventaja con respecto a los electromagnéticos es que los ultrasónicos están sujetos externamente a la tubería. Su modo de operación externa ha significado ventajas de seguridad como por ejemplo evitar que los que instalan estos medidores tengan que ponerse en contacto con peligrosos fluidos como venenos, radiactivos, inflamables o explosivos.

Un cuidado particular hay que tener es asegurar un perfil de flujo estable en mediciones ultrasónicas.

- Medidores ultrasónicos por impulsos

Son los más precisos y se utilizan preferentemente con líquidos limpios, aunque algunos tipos permiten medidas de líquidos con cierto contenido de partículas y gas. El método diferencial de medida por tiempo de tránsito, se basa en un sencillo hecho físico.

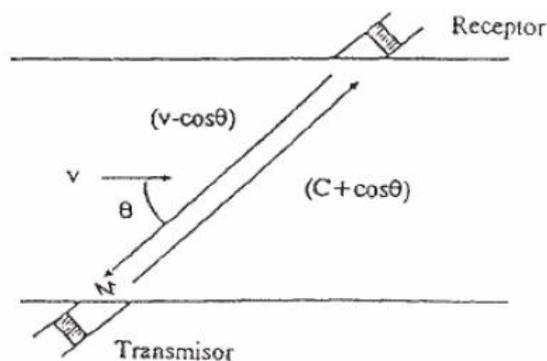


Figura 1.37: Tiempo de desplazamiento del impulso

Cada transmisor emite un pulso de sonido cada vez que el receptor correspondiente recibe el pulso previo. Como las ondas sonoras son transportadas por el fluido, el sonido se propaga más rápido en el sentido del flujo

que en sentido contrario y las frecuencias de pulsación de los dos pares difieren en la cantidad.

$$\Delta f = \frac{2 \cos \theta}{l} V$$

Ec.(4)

Donde l es la distancia entre los transductores de cada par. Esta configuración hace que la medida de caudal sea independiente de la velocidad del sonido y de la temperatura del flujo.

- Medidores ultrasónicos utilizando el efecto Doppler

Los medidores ultrasónicos de tipo Doppler utilizan el concepto de que si se deja pasar el ultrasonido en un fluido en movimiento con partículas, el sonido será reflejado de nuevo desde las partículas. La variación de frecuencia del sonido reflejado será proporcional a la velocidad de las partículas.

Al igual que en el caso de los medidores magnéticos, los medidores de caudal por ultrasonidos no presentan obstrucciones al flujo, no dan lugar a pérdidas de carga, por lo que son adecuados para su instalación en grandes tuberías de suministro de agua, donde es esencial que la pérdida de carga sea pequeña. Los transductores son incorporados en el cuerpo del medidor, sin necesidad de juntas de contacto con el fluido.

Respecto a la precisión, los medidores de tipo magnético pueden llegar hasta un $\pm 0.25\%$ del caudal real, mientras que los de tipo de ultrasonidos hasta un $\pm 0.5\%$.

Su fácil instalación reduce los costos de mantenimiento, y además la medición, sin apenas pérdida de carga, reduce los costes energéticos.

Tabla 1.1: Descripciones de distintos Sensores de Flujo

Sensor de flujo	Líquidos recomendados	Pérdida de presión	Exactitud típica en %	Medidas y diámetros	Efecto viscoso	Coste Relativo
Orificio	Líquidos sucios y limpios; algunos líquidos viscosos	Medio	± 2 a ± 4 of full scale	10 a 30	Alto	Bajo
Tubo Venturi	Líquidos viscosos; sucios y limpios	Bajo	± 1	5 a 20	Alto	Medio
Tubo Pitot	Líquidos limpios	Muy bajo	± 3 a ± 5	20 a 30	Bajo	Bajo
Turbina	Líquidos limpios y viscosos	Alto	± 0.25	5 a 10	Alto	Alto
Electromagnet.	Líquidos sucios y limpios; líquidos viscosos y conductores	No	± 0.5	5	No	Alto
Ultrasonic. (Doppler)	Líquidos sucios y líquidos viscosos	No	± 5	5 a 30	No	Alto
Ultrasonic. (Time-of-travel)	Líquidos limpios y líquidos viscosos	No	± 1 a ± 5	5 a 30	No	Alto

1.3. SERVICIO DE MENSAJES CORTOS (SMS)⁸

1.3.1. COMANDOS PARA REALIZAR EL ENVÍO Y RECEPCIÓN DE SMS

1.3.1.1. Comandos AT.

Los comandos AT (Comandos de Atención) fueron desarrollados por el año de 1977 por Dennis Hayes. Estos comandos son instrucciones que permiten a una persona tomar determinadas acciones sobre un módem que haga uso de una red celular o fija. Un módem es un dispositivo encargado de convertir una señal entrante de tipo digital a una señal de salida del tipo analógica y viceversa. Centrándonos en la telefonía móvil celular el propósito de los comandos AT es el de tomar control sobre el módem de un móvil, a través de un medio de conexión el cuál puede ser infrarrojo, cable, u otro. Existen varios tipos de comandos AT, comandos compatibles y básicos que son utilizados en cualquier módem GSM.

Todos los teléfonos móviles GSM cuentan con un módem interno el mismo que puede ser configurado ó manejado por un usuario a través de los comandos AT. Dentro de estos tenemos dos tipos: Comandos básicos y Comandos extendidos. Los comandos básicos son aquellos que no hacen uso del signo "+", mientras que los comandos extendidos son aquellos que hacen uso del signo "+". Tanto los comandos básicos como extendidos comienzan con los caracteres "AT". Ejemplo de comandos básicos son: ATD, ATH. En cuanto a comandos extendidos tenemos por ejemplo: AT+CMGS, AT+CMGR. Una vez que el usuario se conecta al módem del dispositivo celular desde su computador, este puede realizar acciones como por ejemplo: realizar llamadas, envío y recepción de mensajes, etc.

⁸ <http://biblioteca.uct.cl/tesis/felipe-cser/tesis.pdf>

Generalmente las instrucciones para el manejo del módem suelen encontrarse en los manuales del dispositivo celular. Hay que mencionar que no todos los celulares permiten un manejo completo de los comandos AT. Esto ha hecho que en la actualidad se encuentre con dispositivos centrados al uso de los comandos AT, los mismos que en su gran mayoría se utilizan en la transmisión y recepción de mensajes de texto.

1.3.1.2. Comandos AT para el envío/recepción de SMS.

Existen un gran conjunto de instrucciones que se pueden emplear para que un usuario pueda comunicarse con un módem.

Cerca de la totalidad de estos comandos son reconocidos por la mayoría de los módems existentes en el mercado. A continuación se listan los más importantes, y en especial se detallará brevemente las instrucciones empleadas al momento de transmitir o recibir SMS.

- **Comandos Generales:** Permiten obtener información específica del módem como por ejemplo: número de serie del módem, estado del módem, nombre de su fabricante, etc. A continuación se presenta la sintaxis de algunos de ellos:
 - *AT+CGMI.*- Comando para obtener información acerca del fabricante del módem.
 - *AT+CGMM.*- Comando para obtener información sobre del modelo del módem.
 - *AT+CGSN.*- *Comando para* obtener el número del IMEI (*Entidad Internacional de equipo móvil*).

- **Comandos para servicios de red:** Proporciona información acerca de la calidad de la señal, selección de operadora telefónica, etc. Ejemplo:
 - *AT+CPAS.*- Muestra información acerca de la actividad del teléfono móvil.
 - *AT+CSQ.*- Muestra la calidad de la señal.

- *AT+COPS*.- Permite realizar la selección de una operadora telefónica celular.
- *AT+WOPN*.- Muestra el nombre del operador.
- **Comandos de seguridad**- Permiten configurar parámetros de seguridad en el módem como: cambio de password, ingreso de PIN, etc. Ejemplo:
 - *AT+CPIN*.- Ingreso del código PIN (*ó Número de Identificación Personal*) para autenticación y acceso al celular.
 - *AT+CPINC*.- Muestra el número de intentos que quedan al ingresar incorrectamente el código PIN.
- **Comandos para la agenda de números telefónicos:** Estos comandos permiten administrar los contactos o números telefónicos. Ejemplo:
 - *AT+CPBR*.- Muestra información de todos los números telefónicos existentes.
 - *AT+CPBF*.- Permite encontrar un contacto dentro de la lista.
 - *AT+CPBW*.- Permite guardar un nuevo contacto.
 - *AT+CPBS*.- Informa cuanto de memoria dispone el dispositivo.
- **Comandos SMS:** Estos comandos se emplean en el manejo de mensajes de texto. Dentro de este conjunto de comandos se tiene:

Definir el formato de los SMS.- Los SMS puede ser transmitido en modo texto o en modo PDU. La diferencia entre ambos es que al setearlo en modo PDU el mensaje es transmitido más fácilmente por el dispositivo, ya que no tiene que ser codificado/decodificado a diferencia del modo texto.

- *AT+CMGF=<mode>* Este comando especifica el modo en que los mensajes serán transmitidos. Para una transmisión en modo PDU el valor que se le da al comando es 0, mientras que para modo texto el valor es 1.

AT+CMGF = 0 envío de un SMS en modo PDU.

AT+CMGF = 1 envío de un SMS en modo texto.

- **Enviar un mensaje:** El comando que permite al usuario enviar un mensaje es: *AT+CMGS*. Los pasos que se deberá realizar para el envío se muestra a continuación:

- *AT+CMGS="<número del destinatario>"*
> mensaje. <CTRL+Z>

Para el envío de un SMS se requiere en primer lugar especificar el número del destinatario, este número deberá ser escrito entre comillas. Una vez ingresado el número se deberá presionar la tecla *ENTER* y esperar hasta que aparezca el carácter ">". Posteriormente se escribe el mensaje de texto deseado. Finalmente para que el mensaje escrito sea enviado se debe presionar las teclas CTRL+Z.

- **Leer un mensaje:** Para la lectura de mensajes se emplea el comando: *AT+CMGL*, tal como se muestra a continuación:

- *AT+CMGL="<modo>"*.- Donde el parámetro <mode> puede ser :

REC READ.- Muestra los mensajes recibidos y que se han leído.

REC UNREAD.- Muestran los mensajes recibidos que aun no se han leídos.

STO UNSENT.- Muestra los mensajes guardados que aun no han sido enviados.

STO SENT.- Muestra los mensajes guardados que ya han sido enviados.

ALL.- Muestra todos los mensajes almacenados.

- **Borrar un mensaje:** Mediante AT+CMGD se puede borrar un mensaje almacenado en la memoria. La manera de eliminar un mensaje se muestra a continuación:

- *AT+CMGD=<índice>* donde *índice* es la posición del mensaje en memoria.

Algunos comandos mostrados anteriormente terminan con signos como: *?*, *=* y *=?*.

A continuación se explica el significado que tiene cada uno de ellos:

- **Interrogación (?)**.- significa solicitud de información.
- **Igual (=)**.- significa paso de uno o más parámetros los mismos que son definidos por el usuario.
- **Igual interrogación (=?)**.- la combinación de estos signos, permite al usuario visualizar un rango de valores devuelto por un comando AT.

1.3.2. ARQUITECTURA DE LA RED SMS⁹

Los elementos de red necesarios para proveer el servicio SMS son:

- **Entidades de Mensajería Corta (SME):** es una entidad que puede enviar o recibir mensajes cortos. Puede ser localizada en la red fija, la estación móvil u otro centro de servicio.
- **Centro de Servicio de Mensaje Corto (SMSC):** es el responsable de la transmisión, almacenamiento y envío de mensajes cortos entre el SME y la estación móvil.

⁹ <http://biblioteca.uct.cl/tesis/felipe-cser/tesis.pdf>, pag. 42.

- Centro de Conmutación Móvil SMS (GMSC): es un centro de conmutación de mensajes encargado de recibir el mensaje del SMSC, interrogar al registro de localización local por la información de encaminamiento, y entregarlo al MSC que da servicio a la estación móvil.
- Registro de Localización Local. (HLR): Es la base de datos para el almacenamiento permanente y manejo de perfiles de servicio y suscripciones. El HLR provee la información de encaminamiento hacia el cliente indicado. El HLR también informa al SMSC del intento de entrega de un mensaje corto a una estación móvil que ha resultado fallido.
- Registro de Localización del Visitante (VLR): El VLR es la base de datos que contiene la información temporal acerca de los clientes. Esta información se necesita por el MSC que ejecuta las funciones de conmutación del sistema y las llamadas de control hacia y desde otros teléfonos o sistemas de datos.
- Estación Base del sistema (BSS): Todas las funciones relacionadas con la radio se ejecutan en la BSS, la cual consiste en unos controladores de estación base (Base Station Controllers - BSCs) y estaciones base transceptoras (Base Transceiver Stations - BTSs) que se encargan de transmitir la voz y el tráfico de datos entre las estaciones móviles.
- Estación Móvil (MS): Es el terminal inalámbrico capaz de recibir y originar mensajes cortos, así como llamadas de voz.

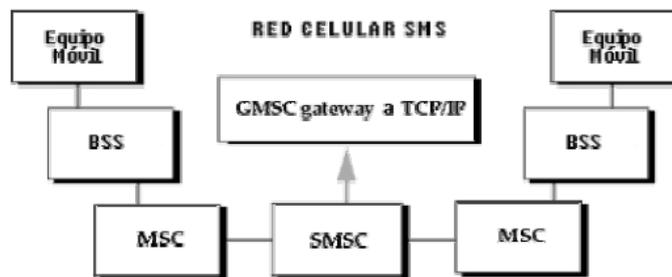


Figura 1.38: Red Celular SMS¹⁰

1.3.3. ELEMENTOS DEL SMS¹¹

El servicio de mensajes cortos para el envío y recepción comprende siete elementos que son:

- **Periodo de validez:** Período durante el cual puede estar almacenado un SMS en el SMSC mientras no pueda ser entregado a su destino, si se supera este tiempo el mensaje es eliminado.
- **Centro de Servicio de marca de tiempo:** Elemento que informa el tiempo al que el SMSC recibió el SMS para ser entregado a la entidad de mensajes cortos.
- **Protocolo de Identificación:** Este elemento indica la forma en la que la aplicación receptora maneja los mensajes entrantes.
- **Más mensajes para enviar:** Elemento que le permite al SMSC informarle al SME que más mensajes están esperando para ser entregados. Utiliza un parámetro booleano para indicar si hay más mensajes para enviar.
- **Mensajes en espera:** Cuando un mensaje no puede ser entregado porque el SME no está disponible, permite indicar al HLR que notifique al SMSC cuando

¹⁰ <http://biblioteca.uct.cl/tesis/felipe-cser/tesis.pdf> pag. 44.

¹¹ <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/331/1/38T00174.pdf> pag. 36

ya esté accesible la Entidad de Envío de Mensajes Cortos (SME) para realizar la entrega del mensaje.

- Alerta SMSC: Permite avisar al SMSC de que un SME al que se le había intentado entregar un mensaje sin éxito ya está disponible.

1.3.4. PASOS PARA EL ENVÍO Y RECEPCIÓN DE SMS¹²

1.3.4.1. Para el envío:

- El mensaje corto es enviado del SME al SMSC.
- Después de completar su proceso interno, el SMSC pregunta al HLR y recibe la información de enrutamiento del usuario móvil.
- El SMSC envía el mensaje corto hacia el MSC.
- El MSC extrae la información del usuario del VLR. Esta operación puede incluir un procedimiento de autenticación.
- El MSC transfiere el mensaje corto al MS.
- El MSC devuelve al SMSC el resultado de la operación que se está llevando a cabo.
- Si lo solicita el SME, el SMSC retorna un informe indicando la salida del mensaje corto.

1.3.4.2. Pasos la recepción:

- La MS transfiere el mensaje corto al MSC.
- El MSC interroga al VLR para verificar que el mensaje transferido no viola los servicios suplementarios para las restricciones impuestas.
- El MSC envía el mensaje corto al SMSC usando el mecanismo reenvío de mensajes cortos.
- El SMSC entrega el mensaje corto al SME.
- El SMSC reconoce al MSC el éxito del envío.
- El MSC devuelve a la MS el resultado de la operación de envío

¹² <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/331/1/38T00174.pdf> pag. 34

1.3.5. MODELO DE CAPAS

Una red de SMS está compuesta de cuatro capas: Aplicación, Transferencia, Retransmisión y Enlace¹³.

1.3.5.1. Capa de Aplicación

Consiste en las aplicaciones (editor de mensajes, juegos, etc.) implementadas en el SME para enviar, recibir e interpretar el contenido de los mensajes. Esta capa es también conocida como SMAL (Short Message Application Layer).

1.3.5.2. Capa de Transferencia

En esta capa el mensaje es considerado como una secuencia de octetos que contiene información como la longitud del mensaje, creador y destinatario del mensaje, fecha de recepción, etc. Esta capa es también conocida como SMTL (Short Message Transfer Layer)

1.3.5.3. Capa de Retransmisión

Permite el transporte de mensajes entre varios elementos de red. Un elemento de red puede almacenar temporalmente un mensaje si el siguiente elemento en la cadena no está disponible para recibir el mismo. Esta capa es también conocida como SMRL (Short Message Relay Layer).

1.3.5.4. Capa de Enlace

Realiza la transmisión del flujo de bits del mensaje a través del medio físico, entre las entidades de la red SMS. Esta capa es también conocida como SMLL (Short Message Link Layer).

¹³ Gwenae Le Bodic, Mobile Messaging Technologies And Services Sms, Wiley, India 2005. Pag. 57

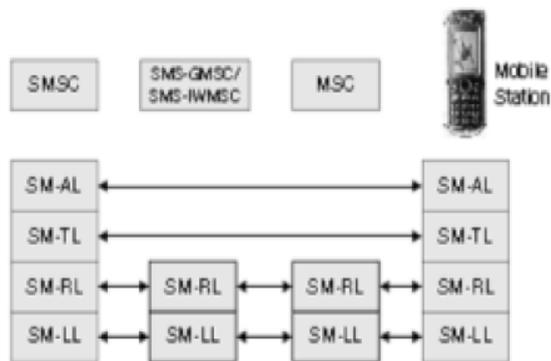


Figura 1.39: Diagrama del Modelos de Capas¹⁴

1.3.6. TIPOS DE SMS¹⁵

Los SMS pueden clasificarse según el número de destinatarios en: mensajes punto a punto y punto multipunto

1.3.6.1. Punto a punto

En este tipo de mensajes el destinatario es único y se pueden clasificar según la dirección de envío en: Mobile Originated y Mobile Terminated.

- Mobile Originated (MO):

Son los mensajes que se originan en la Entidad de Envío de Mensajes Cortos (SME). El mensaje es transportado desde la Entidad de Envío de Mensajes Cortos (SME) hasta el SMSC, el destino puede ser otro usuario móvil o una aplicación.

Se puede configurar la Entidad de Envío de Mensajes Cortos (SME) para que el SMSC envíe un reporte de confirmación del mensaje recibido.

¹⁴ Gwenae Le Bodic, Mobile Messaging Technologies And Services Sms, Wiley, India 2005. Pag. 58

¹⁵ <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/331/1/38T00174.pdf> pag 37

Este tipo de mensajes son los que se emplean para participación en concursos, votaciones, petición de alertas o de recepción de información en el móvil.

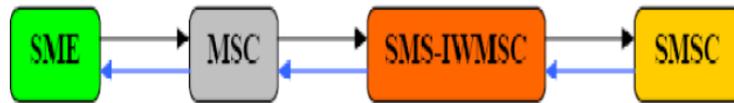


Figura 1.40: Mobile Originated

- Mobile Terminated (MT):

Son los mensajes que se envían a una Entidad de Envío de Mensajes Cortos (SME). El mensaje es enviado desde el SMSC hasta el terminal móvil, la fuente puede ser otro usuario móvil o una aplicación.

Una vez que el mensaje llega al terminal móvil un reporte confirma al SMSC que la entrega fue completada



Figura 1.41: Mobile Terminated

1.3.6.2. Punto Multipunto

En este tipo, el mensaje es enviado a un conjunto de usuarios. A este tipo corresponde Cell broadcast que permite el envío simultáneo de mensajes de hasta 93 bytes a múltiples usuarios en un área geográfica específica. El destino del mensaje está descrito en términos de identificadores de celda utilizados por la BSC (Base Station Controller) para enrutar el contenido del mensaje a los usuarios de la BTS (Base Transceiver Station).

1.3.7. SERVICIO DE LOS SMS¹⁶

El servicio SMS permite transferir un mensaje de texto entre una estación móvil (MS) y otra entidad (SME) a través de un centro de servicio (SC).

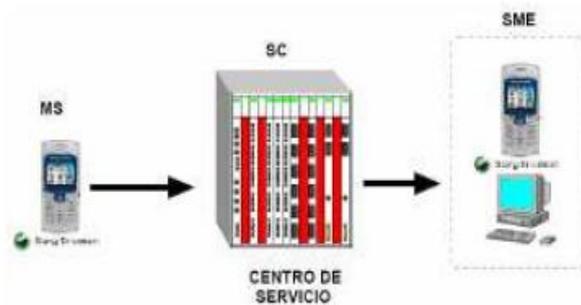


Figura 1.42: Servicio SMS

El servicio final ofrecido es una comunicación extremo-extremo entre la estación móvil (MS) y la entidad (SME). La entidad puede ser otra estación móvil o puede estar en una red fija.

En el caso de envío de un mensaje entre dos móviles, ambas partes son estaciones móviles. Cuando se envía un mensaje para solicitar algún tipo de servicio, un extremo es una estación móvil y la otra es un servidor que atiende las peticiones.

1.3.8. APLICACIONES DE LOS SMS¹⁷

Las principales aplicaciones basadas en SMS son:

1.3.8.1. Mensajes de persona a persona

Los usuarios de telefonía móvil utilizan comúnmente el servicio de mensajería corto para comunicarse con otro usuario móvil de su misma operadora e incluso de una operadora diferente.

¹⁶ <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/331/1/38T00174.pdf> pag. 39

¹⁷ Gwenae'l Le Bodic, Mobile Messaging Technologies And Services Sms, Wiley, India, 2005. Pag. 49

1.3.8.2. Alertas de e-mail

Los SMS permiten notificar al usuario que tiene un nuevo e-mail. Este mensaje usualmente contiene la dirección de quien envía, el título y unas pocas palabras del inicio de E-mail

1.3.8.3. Servicios de notificación

Permite el envío de mensajes a ciertos usuarios que constan en una base de datos específica tales como: clientes de compañías de televisión, clubs deportivos, supermercados y otros minoristas, aerolíneas y bancos. Estos mensajes pueden ser publicitarios, o de notificación entre otros.

1.3.8.4. Servicios de información

Permite enviar al terminal móvil mensajes con pequeños contenidos de información periódica, de un amplio rango como reporte del clima, reportes financieros, información deportiva.

1.3.8.5. Servicios de localización

Aplicado a la localización de vehículos, integra un GPS. Los datos de longitud y latitud son transferidos a un terminal móvil. El terminal por medio de un SMS envía estos datos a un servidor donde se procesan para indicar la localización actual del vehículo en un mapa geográfico.

1.3.8.6. Supervisión remota

El servicio de mensajería corta puede usarse para gestionar máquinas en ambientes de supervisión remota. Esta aplicación proporciona valiosa información sobre el estado o el suceso de algún evento ocurrido sobre la máquina, que el usuario precisa saber.

1.3.8.7. Comercio electrónico

Se pueden llevar a cabo transacciones financieras a través del terminal móvil, para la cual será necesario tener convenios con algunas instituciones bancarias.

1.4. SISTEMAS GSM¹⁸

GSM (Sistema Global para las comunicaciones Móviles), es el sistema de teléfono móvil digital más utilizado y el estándar para teléfonos móviles

Es un sistema digital de comunicación celular que ha ganado rápidamente una gran aceptación en el mercado de todo el mundo.

Un cliente GSM puede conectarse a través de su teléfono y enviar y recibir mensajes, e-mail, navegar por Internet, acceder con seguridad a la red informática de una compañía (LAN/Intranet), así como utilizar otras funciones digitales de transmisión de datos, incluyendo el Servicio de mensajes cortos (SMS) o mensajes de texto.

1.4.1. ARQUITECTURA DEL SISTEMA GSM¹⁹

La arquitectura funcional de un sistema GSM puede ser dividida como se muestra en la figura 1.43:

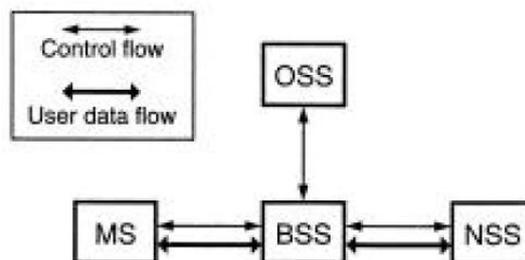


Figura 1.43: Elementos externos asociados a la estación base

¹⁸ http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_global_para_las_comunicaciones_m%C3%B3viles

¹⁹ <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/331/1/38T00174.pdf> pag. 25

- Estación Móvil (MS)
- Subsistema estación base (BSS)
- Subsistema de Red (NSS)
- Subsistema de operación (OSS)

1.4.2. MODELO DE CAPAS

El modelo OSI de GSM consiste en cinco capas:

- Transmisión (TX)
- Gestión de recursos de Radio (RR)
- Gestión de movilidad (MM)
- Gestión de comunicación (CM)
- Operación, administración y mantenimiento (OAM)

La capa de TX establece una conexión entre la estación móvil y la BTS. La capa RR se refiere al protocolo para la gestión de la transmisión sobre una interfaz de radio y provee un enlace estable entre la estación móvil y el BSC. El BSS realiza la mayoría de las funciones RR.

La capa MM gestiona la base de datos de usuarios, incluyendo la información de localización.

La capa CM tiene las siguientes funciones:

- Control de llamada: establece las llamadas, las mantiene y las libera.
- Servicios suplementarios de gestión: permiten a los usuarios tener algún control de sus llamadas en la red.

- Servicio de mensaje corto: un centro de servicio SMS puede conectar varias redes GSM. La transmisión de mensajes cortos requiere establecer una señalización de conexión entre la estación móvil y MSC.

1.5. MICROCONTROLADORES²⁰

Un microcontrolador es un circuito integrado programable que contiene todos los componentes de un computador. Se emplea para controlar el funcionamiento de una tarea determinada y, debido a su reducido tamaño, suele ser incorporado en el propio dispositivo al que gobierna.

El microcontrolador es un computador dedicado. En su memoria sólo reside un programa destinado a gobernar un aplicación determinada; sus líneas de entrada y salida soportan el conexionado de los sensores y actuadores del dispositivo a controlar y todos los recursos complementarios disponibles tienen como única finalidad atender sus requerimiento. Una vez programado y configurado el microcontrolador solamente sirve para gobernar la tarea asignada.

Un microcontrolador es un computador completo, aunque de limitadas prestaciones, que está contenido en el chip de un circuito integrado y se destina a gobernar una sola tarea.

El número de productos que funcionan en base a uno o varios microcontroladores aumenta de forma exponencial. La instrumentación, y la electromedicina son dos campos idóneos para la implementación de estos circuitos integrados.

²⁰Usategui J., Martínez I., “Microcontroladores PIC Diseño práctico de aplicaciones”, pag. 1.

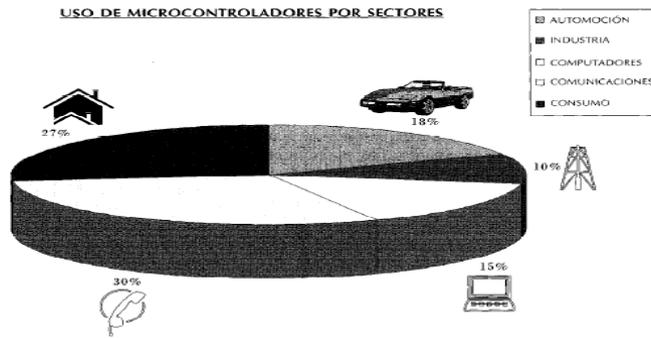


Figura 1.44: Distribución de la producción mundial de microcontroladores en las diversas áreas de aplicación²¹

1.5.1. ARQUITECTURA ²²

1.5.1.1. Arquitectura Von Neumann

La arquitectura tradicional de computadoras y microprocesadores se basa en el esquema propuesto por John Von Neumann, en el cual la unidad central de proceso, o CPU, está conectada a una memoria única que contiene las instrucciones del programa y los datos.

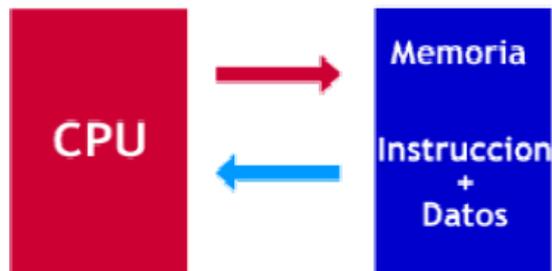


Figura 1.45: Arquitectura Von Neumann

Las principales limitaciones de esta arquitectura son:

- La longitud de las instrucciones es limitada por la unidad de longitud de datos por lo que se tiene que hacer varios accesos a memoria para buscar instrucciones complejas.

²¹ Usategui J., Martínez I., “Microcontroladores PIC Diseño práctico de aplicaciones”, pag. 2.

²² <http://biblioteca.uct.cl/tesis/felipe-cser/tesis.pdf>, pag. 6.

- La velocidad de operación está limitada por el cuello de botella que se forma al tener un único bus de datos e instrucciones.

1.5.1.2. Arquitectura Harvard

La arquitectura conocida como Harvard, consiste simplemente en un esquema en el que el CPU está conectado a dos memorias por intermedio de dos buses separados. Una de las memorias contiene solamente las instrucciones del programa, y es llamada Memoria de Programa. La otra memoria solo almacena los datos y es llamada Memoria de Datos.

Ambos buses son totalmente independientes y pueden ser de distintos anchos

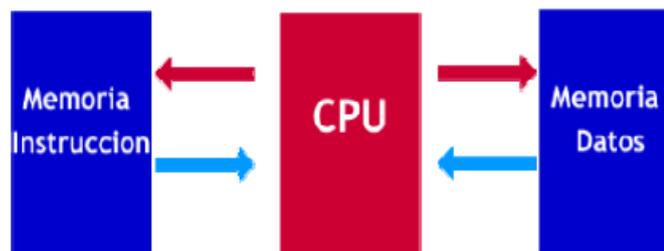


Figura 1.46: Arquitectura Harvard

Las ventajas de esta arquitectura son:

- La velocidad de acceso aumenta al poseer acceso de instrucciones separado del acceso a los datos.
- El tamaño de las instrucciones no está relacionado con el de los datos, por lo que permite que cada instrucción solo ocupe una sola posición de memoria de programa.

1.5.2. COMPONENTES INTERNOS²³

Un microcontrolador posee todos los componentes de un computador, pero con unas características fijas que no pueden alterarse.

Las partes principales de un microcontrolador son:

1. Procesador
2. Memoria no volátil para contener el programa
3. Memoria de lectura y escritura para guardar los datos
4. Líneas de E/S para los controladores de periféricos
 - a. Comunicación serie
 - b. Diversas puertas de comunicación (bus I2C²⁴, USB, etc.)
5. Recursos auxiliares
 - a. Circuito de reloj
 - b. Temporizadores
 - c. Perro guardián (watchdog)
 - d. Conversores AD y DA
 - e. Comparadores analógicos
 - f. Modulador de ancho de pulso PWM

1.5.2.1. Procesador

Es el elemento más importante del microcontrolador y determina sus principales características, tanto a nivel hardware como software. Se encarga de direccionar la memoria de instrucciones, recibir el código OP de la instrucción en curso, su decodificación y la ejecución de la operación que implica la instrucción, así como la búsqueda de los operandos y el almacenamiento del resultado. Existen tres orientaciones en cuanto a la arquitectura y funcionalidad de los procesadores actuales.

²³ Usategui J., Martínez I., “Microcontroladores PIC Diseño práctico de aplicaciones”, pag. 5.

²⁴ I2C: bus de comunicaciones en serie (*Inter-Integrated Circuit*)

- CISC: un gran número de procesadores usados en los microcontroladores están basados en la filosofía CISC (Computadores de Juego de Instrucciones Complejo). Disponen de más de 80 instrucciones máquina en su repertorio, algunas de las cuales son muy sofisticadas y potentes, requiriendo muchos ciclos para su ejecución.
- RISC: tanto la industria de los computadores comerciales como la de los microcontroladores están inclinándose hacia la filosofía RISC (Computadores de Juego de Instrucciones Reducido). En estos procesadores el repertorio de instrucciones máquina es muy reducido y las instrucciones son simples y, generalmente, se ejecutan en un ciclo. La sencillez y rapidez de las instrucciones permiten optimizar el hardware y el software del procesador.
- SISC: en los microcontroladores destinados a aplicaciones muy concretas, el juego de instrucciones, además de ser reducido, es específico, o sea, las instrucciones se adaptan a las necesidades de la aplicación prevista. Esta filosofía se ha bautizado con el nombre de SISC (Computadores de Juego de Instrucciones Específico).

1.5.2.2. Memoria de programa

El microcontrolador está diseñado para que en su programa se almacenen todas las instrucciones del programa de control. No hay posibilidad de utilizar memorias externas de ampliación.

Como el programa a ejecutar siempre es el mismo, debe de estar grabado de forma permanente. Los tipos de memoria adecuados para soportar esta función admite cinco versiones diferentes:

1. ROM con máscara: es este tipo de memoria el programa se graba en el chip durante el proceso de su fabricación mediante el uso de máscaras.

2. EPROM: la grabación de esta memoria se realiza mediante un dispositivo físico gobernado desde un computador. En la superficie del microcontrolador existe una ventana de cristal por la que se puede someter al chip de la memoria a rayos ultravioletas para producir su borrado y emplearla nuevamente.
3. OTP: en éste modelo de memorias sólo se puede grabar una vez por parte del usuario. Posteriormente no se puede borrar.
4. EEPROM: la grabación es similar a las memorias OTP y EPROM, pero el borrado es mucho más sencillo al poderse efectuar de la misma forma que el grabado. Sobre el mismo zócalo del grabador puede ser programada y borrada tantas veces como se quiera.
5. FLASH: se trata de una memoria no volátil, de bajo consumo, que se puede escribir y borrar en circuito al igual que las EEPROM, pero suelen disponer de mayor capacidad. El borrado sólo es posible con bloques completos y no se pueden realizar sobre posiciones concretas.

1.5.2.3. Memoria de Datos

Los datos que manejan los programas varían continuamente, y esto exige que la memoria que les contiene deba ser de lectura y escritura, por lo que la memoria RAM estática (SRAM) es la más adecuada, aunque sea volátil.

1.5.2.4. Líneas de E/S para los controladores de periféricos

Los pines del microcontrolador a excepción de los de alimentación, cristal y reset; sirven para soportar su comunicación con los periféricos externos que los controla.

Las líneas de E/S que se adaptan con los periféricos manejan información en paralelo y se agrupan en conjuntos de ocho, que reciben el nombre de puertas. Hay modelos con líneas que soportan la comunicación en serie; otros disponen de conjuntos de líneas que implementan puertas de comunicación para diversos protocolos, como UART²⁵, USART²⁶, USB, Bus I2C.

1.5.2.5. Recursos Auxiliares

- Temporizadores o Timers: se emplean para controlar periodos de tiempo (temporizadores) y para llevar la cuenta de acontecimientos que suceden en el exterior (contadores). Para la medida de tiempos se carga un registro con el valor adecuado y a continuación dicho valor se va incrementando o decrementando al ritmo de los impulsos de reloj o algún múltiplo hasta que se desborde y llegue a 0, momento en el que se produce un aviso. Cuando se desean contar acontecimientos que se materializan por cambios de nivel o flancos en alguna de las patitas del microcontrolador, el mencionado registro se va incrementando o decrementando al ritmo de dichos impulsos.
- Perro guardián o Watchdog: cuando el computador personal se bloquea por un fallo del software u otra causa, se pulsa el botón del reset y se reinicia el sistema. Pero un microcontrolador funciona sin el control de un supervisor y de forma continuada las 24 horas del día. El Perro Guardián consiste en un contador que, cuando llega al máximo, provoca un reset automáticamente en el sistema.
- Conversor A/D: los microcontroladores que incorporan un Conversor A/D (Analógico/Digital) pueden procesar señales analógicas, tan abundantes en las aplicaciones.

²⁵ UART: transmisor universal receptor asincrónico

²⁶ USART: transmisor universal síncrono receptor asincrónico

- Conversor D/A: transforma los datos digitales obtenidos del procesamiento del computador en su correspondiente señal analógica que saca al exterior por una de las patillas del chip.
- Comparador analógico: algunos microcontroladores disponen internamente de un Amplificador Operacional que actúa como comparador entre una señal fija de referencia y otra variable. La salida del comparador proporciona un nivel lógico 1 ó 0 según una señal sea mayor o menor que la otra.
- Modulador de anchura de pulsos o PWM: Son circuitos que proporcionan en su salida pulsos de anchura variable, que se ofrecen al exterior a través de los pines del microcontrolador.

1.6. SOFTWARE EMPLEADO

Para la elaboración del presente proyecto se utilizó diferentes tipos de software como son para la programación y compilación, simulación de los microcontroladores; así como también para la central donde se reciban los mensajes de texto y se crea una base de datos. A continuación se detalla el software empleado para cada aplicación:

1.6.1. MIKROBASIC

Es uno de los compiladores de lenguaje BASIC para microcontroladores PIC con el cual el usuario no necesita aprender lenguaje Assembler o conocer extensas herramientas de programación, la característica más destacada de este compilador es la inclusión de IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) que hace muy cómoda la programación ya que resalta la sintaxis del lenguaje, proporciona acceso rápido a la ayuda incluida, estadísticas sobre el uso de recursos del microcontrolador y es muy eficiente para realizar una gama de proyectos complejos con una extensa cantidad de instrucciones.



Figura 1.47: Software MokrBasic Pro

1.6.2. WINPIC800

Es un programa grabador de microcontroladores, para poder grabar el programa en el microcontrolador el archivo tiene que ser previamente compilado y transformado a un archivo .hex

Este software soporta todas las familias de los Pic

1.6.3. PROTEUS PROFESIONAL

Es un programa para simular circuitos electrónicos complejos integrando inclusive desarrollos realizados con microcontroladores de varios tipos, es una herramienta de alto desempeño con unas capacidades graficas impresionantes.

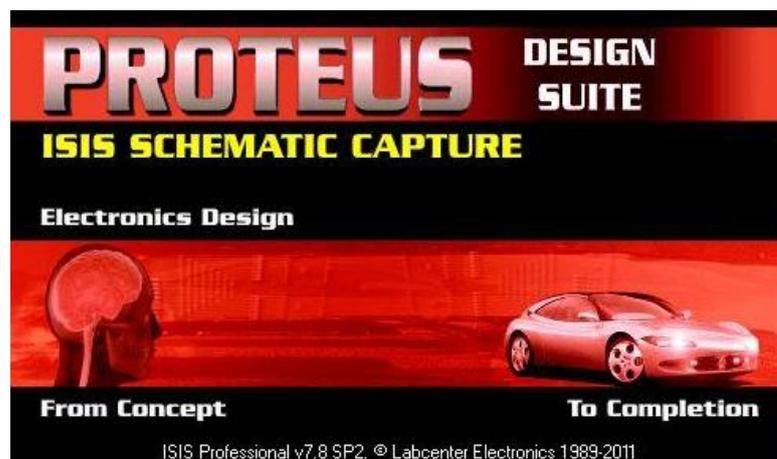


Figura 1.48: Software Proteus

1.6.4. LABVIEW²⁷

LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench) es un lenguaje de programación gráfico para el diseño de sistemas de adquisición de datos, instrumentación y control.

Labview permite diseñar interfaces de usuario mediante una consola interactivo basado en software. Puede diseñar el software especificando el sistema funcional, el diagrama de bloques o una notación de diseño de ingeniería. Labview es a la vez compatible con herramientas de desarrollo similares y puede trabajar con programas de otra área de aplicación. Tiene la ventaja de que permite una fácil integración con hardware, específicamente con tarjetas de medición, adquisición y procesamiento de datos (incluyendo adquisición de imágenes).



Figura 1.49: Software LabVIEW

²⁷ <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/385/1/38T00194.pdf>

CAPÍTULO II

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

2.1. ESPECIFICACIONES DE DISEÑO

El presente proyecto está diseñado y construido para soportar años de funcionamiento debido a que cuenta con protecciones y elementos construidos que al trabajar con una tensión no mayor a 110v desarrolla un funcionamiento óptimo, el cual garantiza el almacenamiento de datos correcto, esto conjuntamente trabajando con el sensor elegido se obtendrá el envío de información veraz y a tiempo, lo cual garantiza el propósito principal de este proyecto.

El proyecto está construido de la siguiente manera:

- Sensor de flujo (Utilizado para obtener el flujo exacto de agua).
- Microcontroladores (Parte central del proyecto utilizado para guardar y administrar información).
- GLCD (Utilizado para visualizar la información que marca el sensor de flujo).
- Modulo GSM (Utilizado para envío de datos).
- Reloj (Utilizado para administrar el tiempo de envío de datos).
- Batería recargable (Utilizada para funcionar en ausencia de energía eléctrica).

1.2.1. MICROCONTROLADOR 18F452

Un microcontrolador es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria y Unidades de

E/S. Un microcontrolador difiere de una CPU normal, debido a que es más fácil convertirla en una computadora en funcionamiento, con un mínimo de chips externos de apoyo.



Figura 2.1: PIC 18F452

Este integrado de la familia PIC, forma parte de los circuitos integrados de Microchip Technology Inc., que pertenece a la categoría de los microcontroladores. Presenta características muy versátiles que le permiten aplicaciones en un gran número de variedades.

1.2.1.1. Características Técnicas:

- Memoria Flash de 32 Kbytes.
- Número de instrucciones: 16384.
- RAM (incluida) de 1536 bytes.
- Datos EEPROM 256 bytes.

1.2.1.2. Características Periféricas:

- Posee 5 puertos I/O, de 8 bits, menos el puerto A que sólo tiene 7 bits.
- Compatibilidad A/D de 10 bits.
- Tiene un generador de oscilación que le brindan características de timer.

2.1.1.3. Distribución de Pines

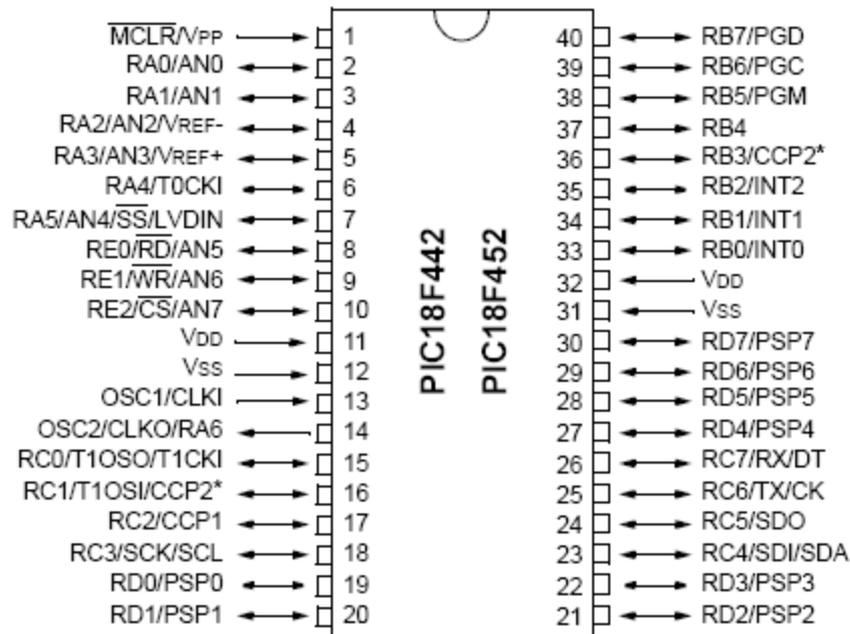


Figura 2.2: Pines del PIC 18F452

2.1.2. MICROCONTROLADOR 16F628A

Es un microcontrolador CMOS FLASH de 8 bits de arquitectura RISC capaz de operar con frecuencias de reloj hasta de 20 MHz, fácil de programar y disponible en cápsulas DIP (Doble hilera de pines) y SOIC (Montaje superficial en forma cuadrada) de 18 pines.



Figura 2.3: PIC 16F628A

Posee internamente un oscilador de 4 MHz y un circuito de Power-On Reset que eliminan la necesidad de componentes externos y expanden a 16 el número de

pinos que pueden ser utilizados como líneas I/O (entrada/salida; Input/ Output) de propósito general.

Adicionalmente, proporciona una memoria de datos EEPROM de 128x8 (128 Bytes), una memoria de programa FLASH de 2048x14 (2K con 14 bits por localidad), una memoria de datos RAM de propósito general de 224x8, un módulo CCP (captura/comparación/PWM), un USART, 3 comparadores análogos, una referencia de voltaje programable y tres temporizadores.

- Frecuencia de operación DC a 20 Mhz
- Memoria de programa 3.5K
- Número de instrucciones 2048
- RAM 224 bytes
- EEPROM 128 bytes
- Módulo CCP 1
- 2 Comparadores
- Comunicación serie a USART
- Timers 1x16-bit 2x8-bit
- WDT W/RC

Estas y otras características lo hacen ideal en aplicaciones automotrices, industriales, y de electrónica de consumo, así como en equipos e instrumentos programables de todo tipo.

2.1.2.1. Distribución de Pines

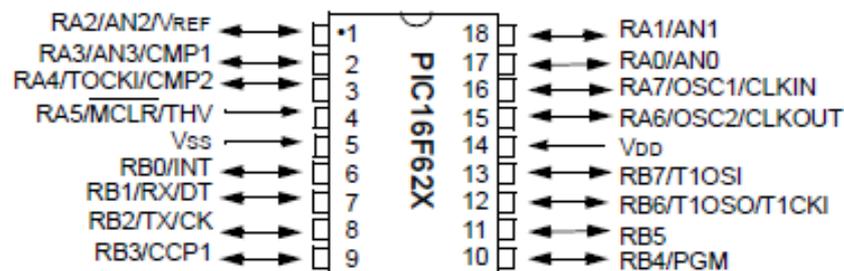


Figura 2.4: Pines del PIC 16F628A

2.1.3. RELOJ DS1307

Por necesidades del control de tiempos, el reloj debe ser exacto por lo que se optó por utilizar un reloj externo mediante comunicación I2C, el reloj que cumple estos requisitos es el circuito integrado DS1307.

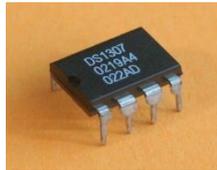


Figura 2.5: reloj DS1307

El DS1307 es un reloj/calendario de tiempo real con una fuente de bajo consumo y codificado en BCD. El reloj/calendario provee segundos, minutos, horas, día, fecha, mes e información del año.

Al final de cada mes se ajusta automáticamente por meses, incluyendo correcciones por el año bisiesto. El reloj opera en dos formatos 24 horas o 12 horas.

El DS1307 tiene una fuente de poder incorporada que detecta fallas de poder y automáticamente cambia al modo backup o de abastecimiento.

La tabla 2.1 muestra las principales características del circuito integrado.

Tabla 2.1: Características del reloj DS1307

CARACTERÍSTICAS	DS1307
Voltaje de operación	4.5 – 5.5 VDC
Voltaje de batería	2.0 -3.5 VCD
Comunicación	I2C
Frecuencia nominal	32.768 KHz
Encapsulado	8 – pin PDIP 8 – pin SOIC

2.1.4. MAX-232²⁸

El MAX-232 es un circuito integrado que convierte las señales de un puerto serie RS232 a las señales adecuadas para su uso en circuitos TTL compatible con la lógica digital. Su voltaje de alimentación es de 5V.

Es un controlador de doble receptor que convierte todas las señales de RX, TX, CTS y RTS.



Figura 2.6: Circuito Integrado MAX-232

Cuando un circuito integrado MAX-232 recibe un nivel TTL para convertir, cambia una lógica TTL de 0 a entre 3 y 15 V, y los cambios V TTL Lógica 1 a entre -3 a -15, y viceversa para la conversión de RS232 a TTL.

Los controladores proporcionan salidas RS232 de nivel de voltaje (aprox. $\pm 7,5$ V) desde una sola fuente de +5 V a través de bombas de carga en el chip y condensadores externos. Esto lo hace útil para la aplicación de RS-232 en los dispositivos que de otra manera no necesita ninguna tensión fuera de los 0V a 5V.

Los receptores reducen las entradas RS-232 (aprox. ± 25 V) a niveles estándar de 5 V TTL. Estos receptores tienen un umbral típico de 1.3 V y una histéresis típica de 0,5 V.

Para la comunicación con el módem GSM se utilizó este circuito integrado conectando los pines Tx del microcontrolador al pin 11 del MAX-232²⁹ se debe poner condensadores externos de 10 μ f para llegar a velocidades de hasta 120 Kbps. Entre las características más relevantes se tiene las de la tabla 2.2.

²⁸ <http://en.wikipedia.org/wiki/MAX232>

²⁹ Texas Instruments/Manual Max232

Tabla 2.2: Características del circuito integrado MAX-232³⁰

Tipo de Línea y Nivel Lógico RS232	Voltaje RS232	Voltaje TTL
Transmisión de datos (Rx / Tx) 0 lógico	+3V a +15V	0V
Transmisión de datos (Rx / Tx) 1 lógico	-3V a -15V	5V
Señales de control (RTS / CTS / DTR / DSR) 0 lógico	-3V a -15V	5V
Señales de control (RTS / CTS / DTR / DSR) 1 lógico	+3V a +15V	0V

2.1.4.1. Conexión del MAX-232 con el Puerto serie

El circuito básico empleado para el MAX-232 es el siguiente:

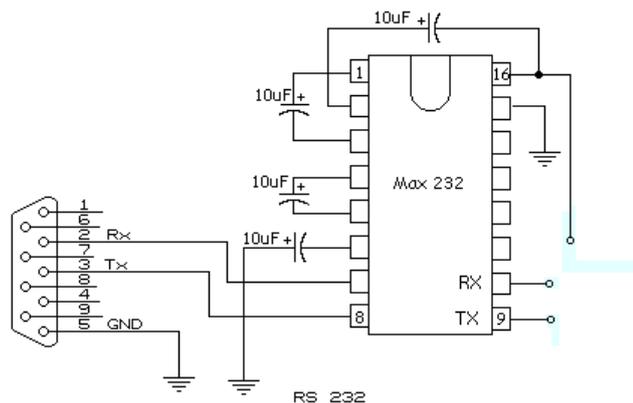


Figura 2.7: Conexión MAX-232 – Puerto serie

2.1.5. GLCD JHD12864E³¹

Una Pantalla Gráfica de Cristal Líquida o GLCD es una pantalla plana formada por una matriz de píxeles monocromos colocados delante de una fuente de luz o reflectora. A menudo se utiliza en dispositivos electrónicos de pilas, ya que utiliza cantidades muy pequeñas de energía eléctrica.

³⁰ <http://en.wikipedia.org/wiki/MAX232>

³¹ <http://es.wikipedia.org/wiki/GLCD>

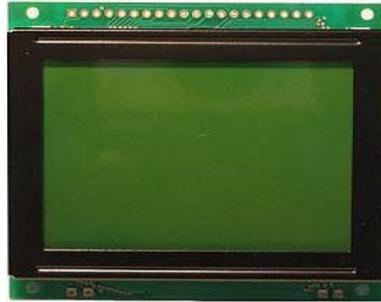


Figura 2.8: GLCD JHD12864E

Esta pantalla dispone de una memoria RAM interna del mismo tamaño de la capacidad que dispone la pantalla, por ejemplo si una pantalla tiene un tamaño de 128 pixeles de largo por 64 pixeles de alto (128x64) tiene una memoria RAM interna de la misma capacidad (128x64).

La tabla 2.3 da las principales características del LCD.

Tabla 2.3: Características del GLCD JHD12864E³²

CARACTERISTICAS	GLCD JHD12864E
Voltaje de operación	+ 5V
Modo de visualización	STN / Amarillo Verde
Visualización de construcción	128 x 64 puntos
Número de línea de datos	8 bits en paralelo
Ventana de Display	70.7 x 38.8 mm

³² www.jhdlcd.com.cn

2.1.5.1. Conexión del GLCD con el microcontrolador PIC18F452³³

El circuito empleado es el siguiente:

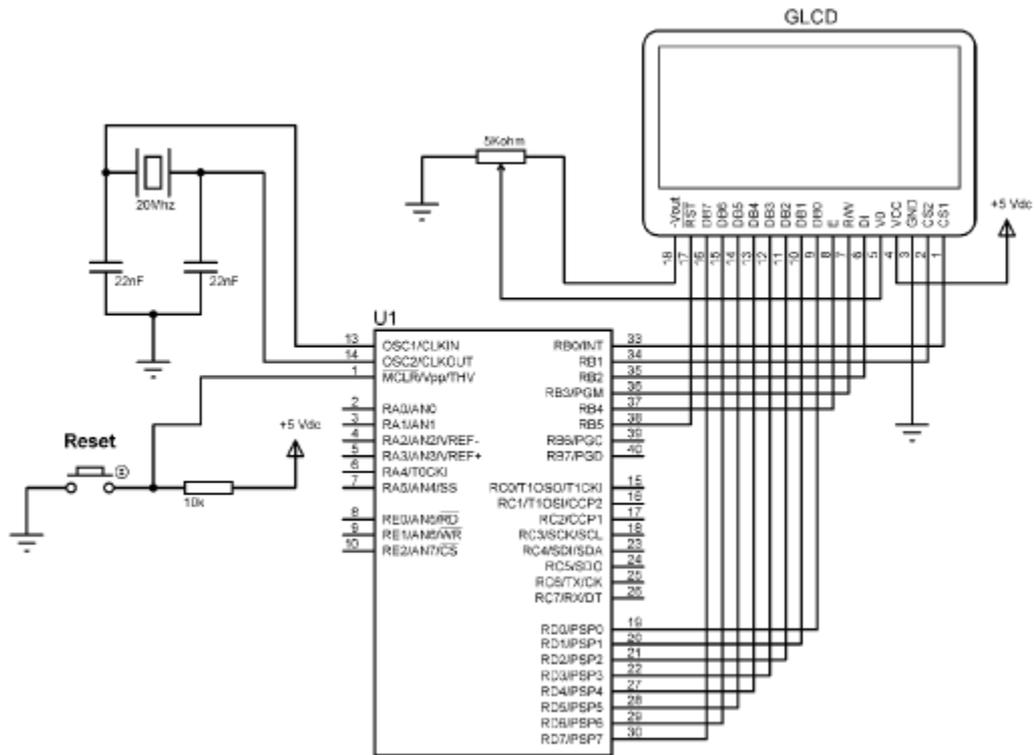


Figura 2.9: Conexión GLCD – PIC 18F452

2.2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema cumplirá los siguientes parámetros:

- Las medidas obtenidas por el sensor de flujo deberán ser exactas, tomando como referencia un medidor convencional.
- La información obtenida deberá ser retenida aunque el sistema haya sido desconectado.

³³ www.conexionelectronica.com

- El envío de información deberá realizarse el primer día de cada mes exactamente para efectuar la facturación correspondiente.
- La batería recargable incorporada en el sistema deberá actuar cuando la energía eléctrica este ausente y esta tendrá la capacidad de durar un mínimo de 3 horas.

2.2.1. DIAGRAMA DE BLOQUES GENERAL

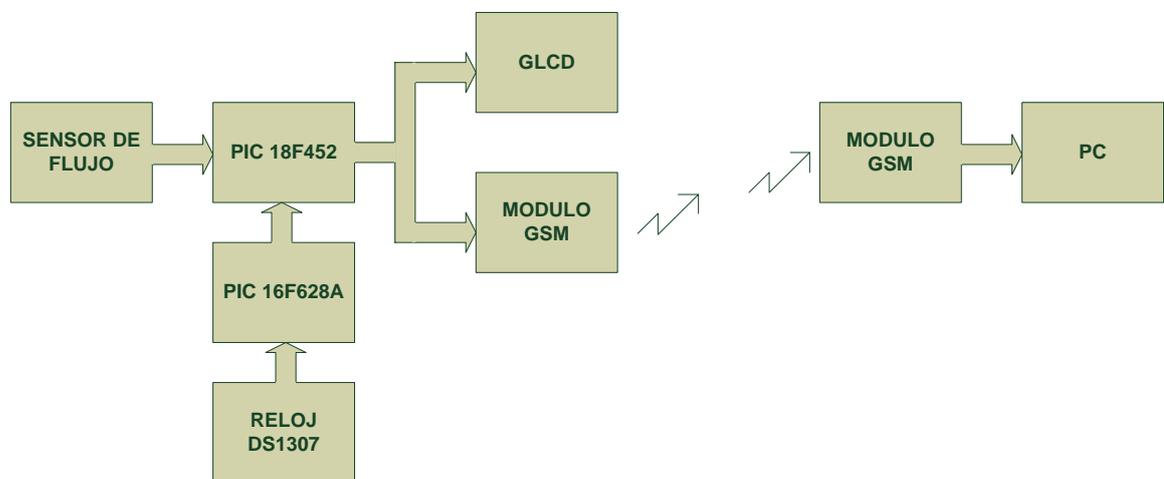


Figura 2.10: Diagrama de Bloques General del Proyecto

2.3. SELECCIÓN DEL SENSOR DE FLUJO

Se utilizó el sensor de flujo tipo turbina magnética conjuntamente con un optoacoplador, el cual da los pulsos requeridos para los respectivos cálculos en el medidor. Las características y la composición de este sensor se detallan a continuación:

2.3.1. SENSOR TIPO TURBINA³⁴

Este sensor es un tipo chorro único y su instalación puede ser horizontal o verticalmente. Las características más relevantes de este sensor se muestran en la tabla 2.4

Tabla 2.4: Características del sensor tipo turbina

Características Metroológicas	Referencia	Unidad	
Flujo Máximo	(Qmax)	m ³ /h	3
Flujo Nominal	(Qn)	m ³ /h	1.5
Flujo de Transición	(Qt)	l/h	120-H
Flujo Mínimo	(Qmin)	l/h	30-H
Temperatura máxima de trabajo	(T)	°C	40
Presión máxima de trabajo	(Pmax)	bar	10



Figura 2.11: Composición del sensor de Turbina

³⁴ http://agua.elster.com.br/downloads/Catalogo_Elster_Hid_S120_V1_0_Final_05_12_08_1.pdf

2.3.2. DISPOSITIVO DE ACOPLAMIENTO ÓPTICO

Se basan su funcionamiento en el empleo de un haz de radiación luminosa para pasar señales de un circuito a otro sin conexión eléctrica.



Figura 2.12: Optoacoplador de encapsulado ranurado

Se realizó una conexión entre el sensor tipo Turbina y el Optoacoplador de encapsulado ranurado, los cuales generan una señal de 0 a 5v para generar información sobre el flujo de agua que pasa por el sensor tipo turbina, esta señal es enviada al PIC18F452 para ser procesada y visualizada en el GLCD.

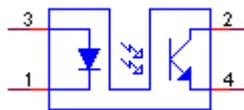


Figura 2. 13: Símbolo de Optoacoplador de encapsulado ranurado

- **Características:**

Número de pines:	4
Tensión directa:	1.14 V
Entrada de corriente:	8 mA
Potencia de salida:	250mW
Tensión de salida:	5 V
Tiempo de subida:	100ns

2.4. SELECCIÓN DEL HARDWARE PARA EL MÓDULO DE TRANSMISIÓN

2.4.1. MÓDULO GSM MG3006

El módem GSM MG3006 se conecta al circuito a través de un DB9, con una alimentación de voltaje de 9V y corriente de 1A, para la Tx y Rx, utiliza una antena omnidireccional, su funcionamiento es una tarjeta SIM con un número de teléfono establecido, para poder enviar los datos a través de un sms, siempre debe tener saldo.



Figura 2.14: Módulo GSM MG3006

2.4.1.1. Características generales³⁵

- GSM de banda cuádruple: 850/900/1800/1900MHZ
850/900/1800/1900MHZ
- Peso: 8g
- Voltaje: 9V
- Corriente máxima: 1800mA
- Una antena de conector integrado Full Duplex UART: AT / Datos
- Modo TEXTO /modo PDU: conjunto de comandos AT

³⁵ <http://spanish.alibaba.com/product-gs/zte-gsm-module-mg3006-371248456.html>

2.5. ELABORACIÓN DEL SOFTWARE PARA EL MÓDULO TRANSMISOR Y RECEPTOR

2.5.1. SOFTWARE PARA EL MÓDULO TRANSMISOR

El programa del módulo transmisor consta de 2 microcontroladores los cuales se detallan a continuación:

- En el microcontrolador 18F452 se encuentra la programación principal la cual consta de la obtención y visualización de datos del sensor, configuración y comunicación con el módulo GSM y envío de datos SMS.

En este microcontrolador también se configura las interrupciones externas del puerto B así como el puerto C como entrada del sensor, además se define la comunicación UART con una velocidad de 9600 bps de acuerdo a los requerimientos del programa.

Dentro de las subrutinas se desarrolla todo el programa cuando éstas sean requeridas, las subrutinas van a ser detalladas posteriormente. La figura 2.15 detalla el programa principal.

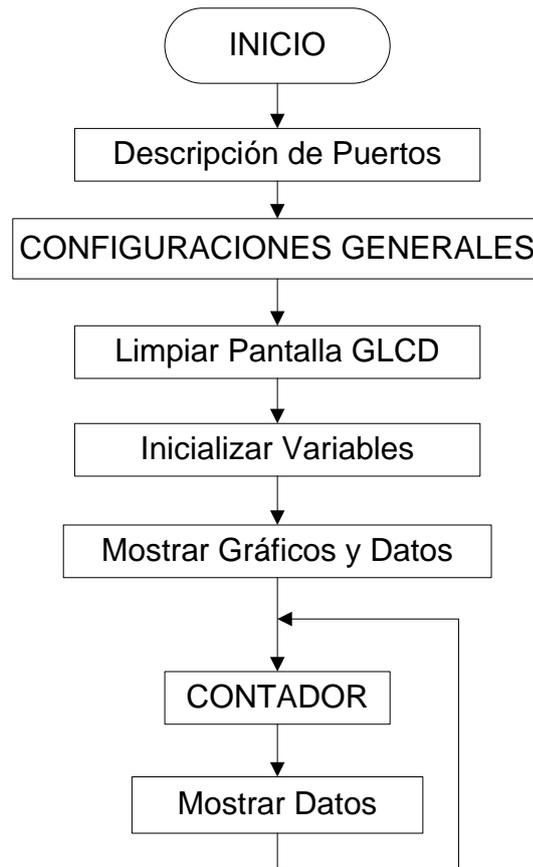


Figura 2.15: Diagrama de Flujo del Programa Principal con el microcontrolador 18F452

2.5.1.1. Subrutina Configuraciones Generales

Esta subrutina permite configurar las interrupciones generales las cuales son: las interrupciones externas del puerto B y las internas que son utilizadas para la lectura de los datos del sensor, se utiliza la entrada del microcontrolador CCP1, configurado en modo captura (contador).

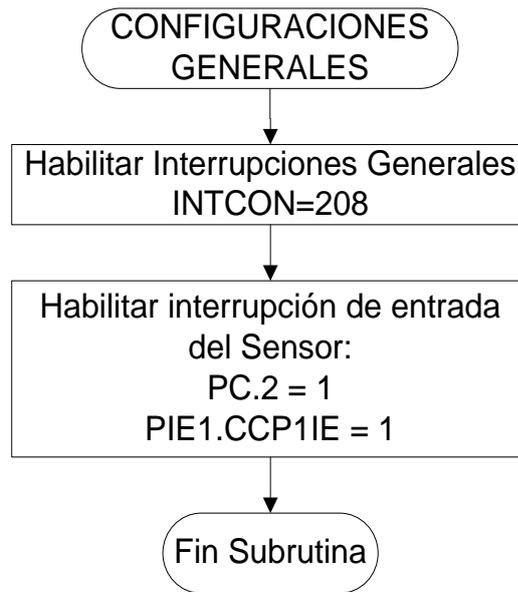


Figura 2.16: Diagrama de Flujo de la Subrutina Configuraciones Generales

2.5.1.2. Subrutina Contador

Esta subrutina permite almacenar la información obtenida desde el sensor, para posteriormente ser visualizada en la pantalla GLCD

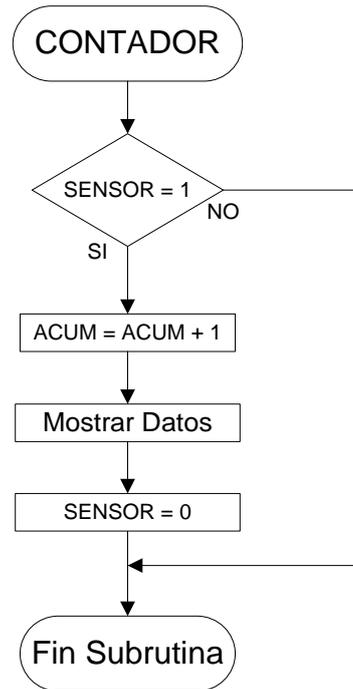


Figura 2.17: Diagrama de Flujo de la Subrutina Contador

2.5.1.3. Subrutina Interrupción

La siguiente secuencia de instrucciones interviene al habilitarse las siguientes banderas:

- Bandera de interrupción externa, llama a la subrutina ENVIAR SMS.
- Entrada CCP1 (Entrada Sensor), esta permite a la variable SENSOR Obtener el valor 1, la cual se utilizara en la subrutina CONTADOR.

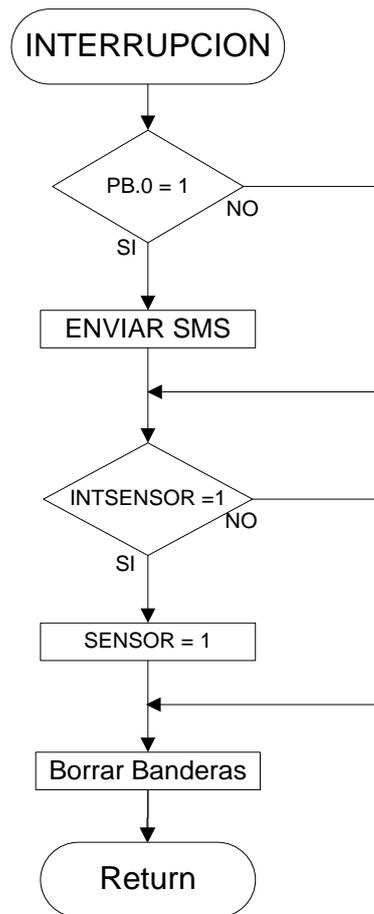


Figura 2.18: Diagrama de Flujo de la Subrutina Interrupción

2.5.1.4. Subrutina Enviar SMS

La siguiente subrutina se utiliza para enviar un mensaje de texto con la información del medidor de agua potable a la central mediante la utilización de los Comandos AT.

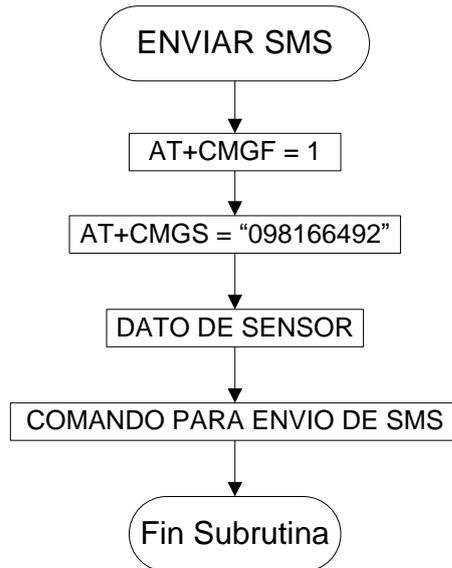


Figura 2.19: Diagrama de Flujo de la Subrutina Enviar SMS

- En el microcontrolador 16F628A se encuentra la programación del reloj externo (circuito integrado DS1307), el cual se lo realiza mediante comunicación I2C. La figura 2.20 detalla el programa principal.

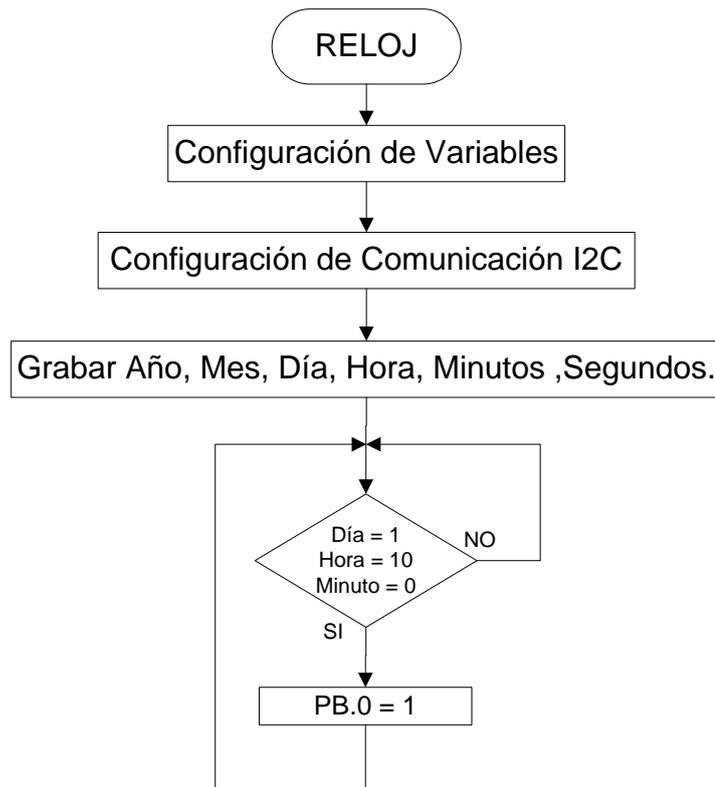


Figura 2.20: Diagrama de flujo del programa reloj del microcontrolador 16F628A

2.5.2. SOFTWARE PARA EL MÓDULO RECEPTOR

El módulo receptor consta del módulo GSM y de un computador personal. Lo primero que se debe hacer es configurar el módulo para que reciba los mensajes de texto y posteriormente puedan ser leídos mediante el puerto serial por el computador. La figura 2.21 detalla el programa principal

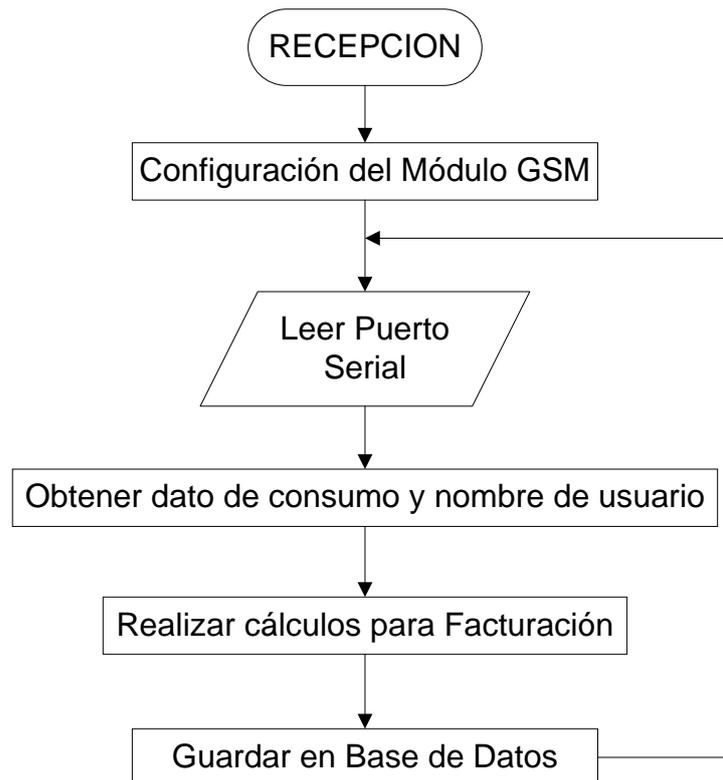


Figura 2.21: Diagrama de flujo del módulo receptor

2.6. SISTEMAS DE COMUNICACIÓN VÍA SMS

2.6.1. COMANDOS AT³⁶

Este tipo de comandos permiten configurar internamente el módulo GSM para su comunicación vía sms. La explicación de los comandos se realiza con la ayuda del Hyper Terminal³⁷

2.6.1.1. Configuración de Módulo GSM

- **AT** este es un comando de atención, cuya función es monitorear si existe una buena conexión en el canal de comunicación, si la conexión es buena el

³⁶AT Command Manual For ZTE Corporation's ME3000 Module

³⁷HyperTerminal es un programa que se puede utilizar para conectar con otros equipos, sitios Telnet, servicios en línea y equipos host, mediante un módem, un cable de módem nulo o Ethernet.

módulo GSM responde OK, en la figura 2.22 se ilustra el código de programación que permite realizar esta acción a través del sistema microprocesado.

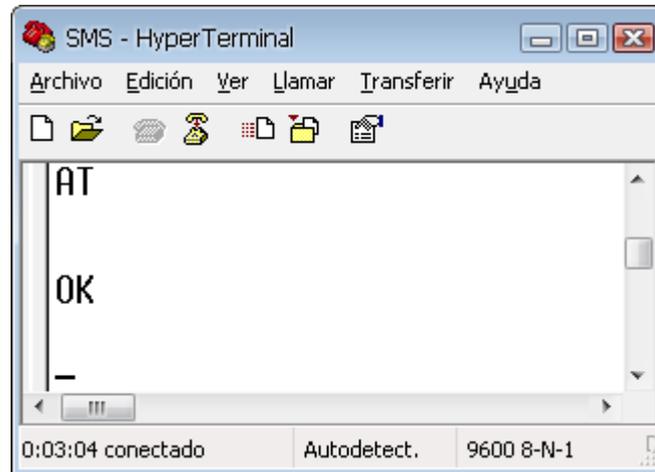


Figura 2.22: Ejecución del comando AT

- **AT + CSQ** este comando se utiliza para consultar la calidad de la señal del módulo. Si el módulo responde con un valor desde 29 a 30 significa que la señal esta adecuada para poder trabajar

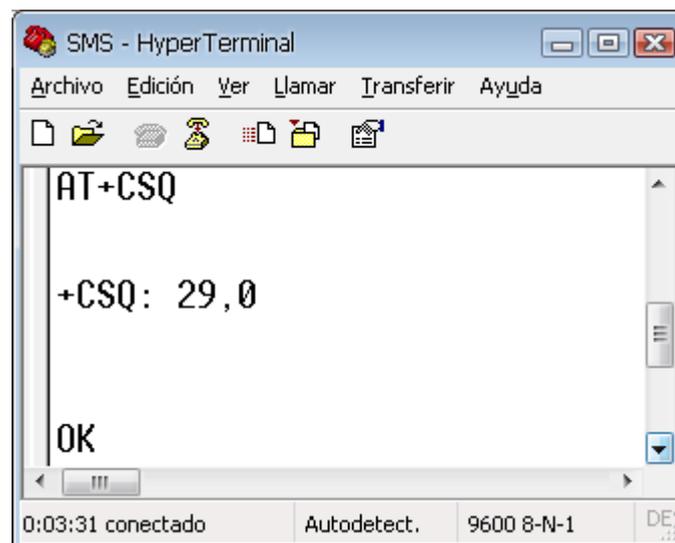


Figura 2.23: Ejecución del comando AT + CSQ

- **AT + IPR** este es un comando que es usado para cambiar la velocidad de comunicación del módulo. Esta velocidad sirve para comunicarse con el

microcontrolador o con el computador. La nueva velocidad es guardada automáticamente.

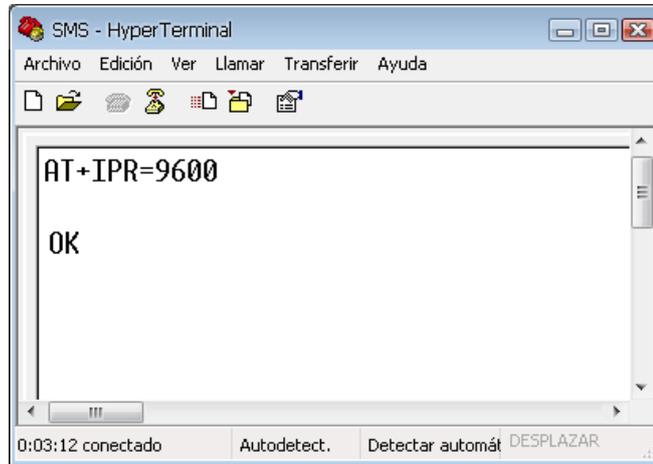


Figura 2.24: Ejecución del comando AT + IPR

2.6.1.2. Configuración para recepción de mensajes de texto

- **AT + CNMI** este comando permite configurar el formato de recepción de SMS. La configuración actual permite recibir los mensajes de texto, leerlos pero no guardarlos en la memoria del módulo. La figura 2.25 muestra la ejecución de este comando.

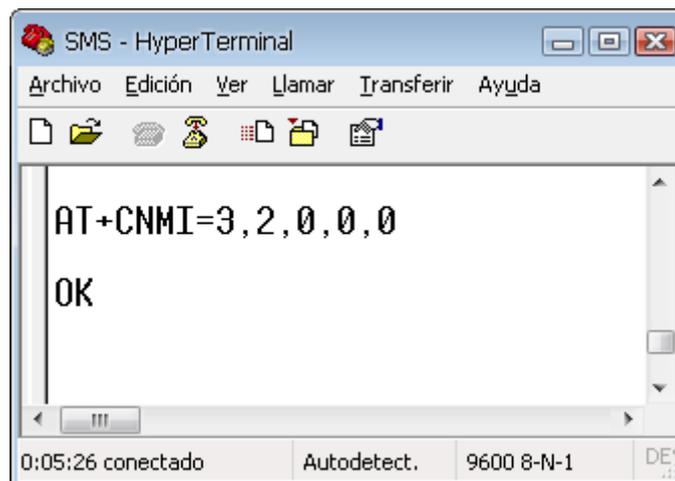


Figura 2.25: Ejecución del comando AT + CNMI

2.6.1.3. Lectura y borrado de mensajes de texto

- **AT+CMGL** este comando es usado para ver todos los mensajes almacenados en el módulo GSM. Se puede ver los distintas carpetas de mensajes almacenados de acuerdo a las siguientes opciones:

En la figura 2.26 se muestra el comando para visualizar todos los mensajes almacenados en el módulo.

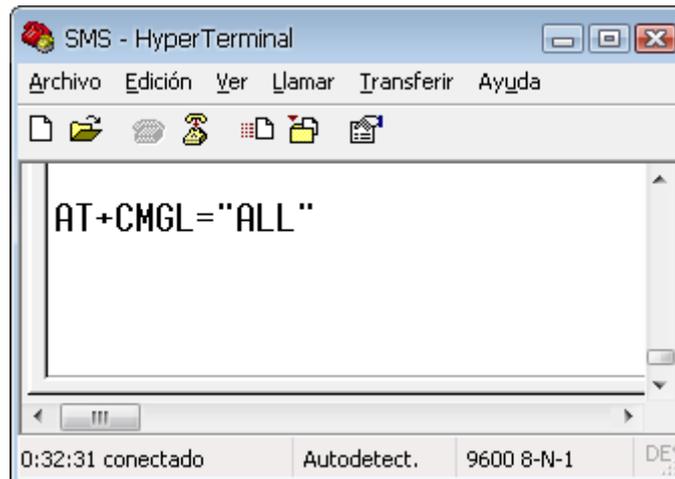


Figura 2.26: Ejecución del comando AT + CMGL

- **AT+CMGR** este comando permite leer el mensaje de la ubicación indicada. Cada vez que llega un nuevo mensaje es indexado en una dirección de memoria del Teléfono Móvil. En la figura 2.27 se muestra la lectura de un mensaje ubicado en la dirección 1.

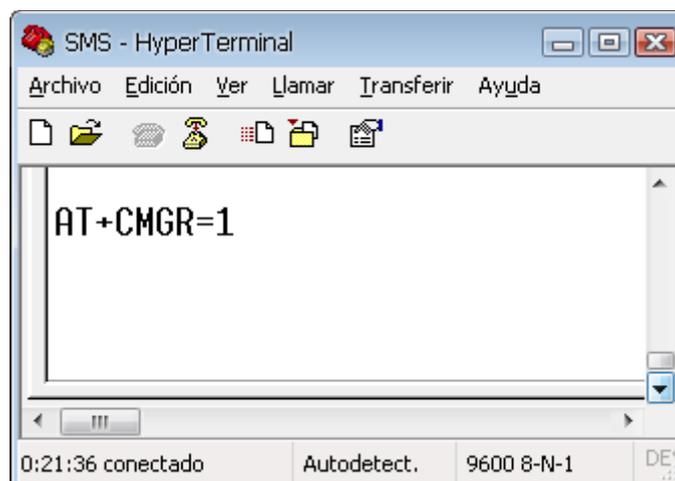


Figura 2.27: Ejecución del comando AT + CMGR

- **AT+CMGD** este comando permite borrar el mensaje de la dirección indicada. En la figura 2.28 se borra un mensaje ubicado en la dirección 1.

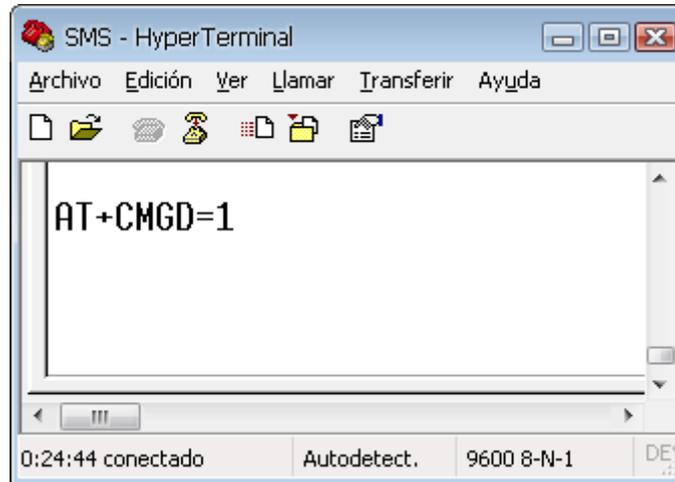


Figura 2.28: Ejecución del comando AT + CMGD

2.6.1.4. Envío de mensajes de texto

- **AT + CMGF = 1** este comando permite elegir el modo de interpretación de los datos por parte del teléfono, si la equivalencia es igual a “1”, los datos son interpretados en modo texto, es decir la secuencia de caracteres que se envía al teléfono son ASCII normales.

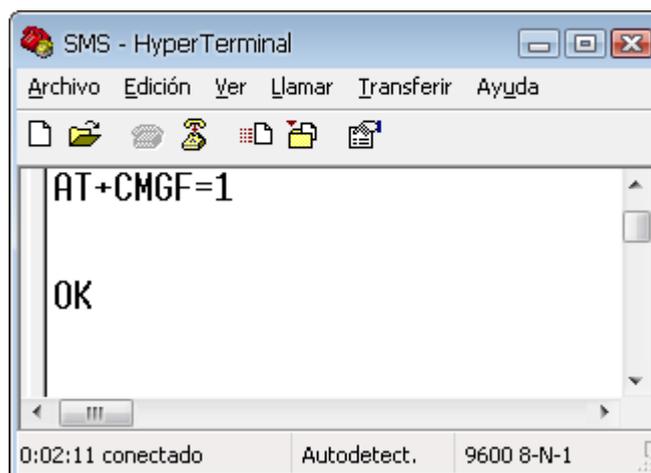


Figura 2.29: Ejecución del comando AT + CMGF

- Para enviar un SMS, se usa el Comando GSM: AT+CMGS seguido del número de celular al que se va a enviar el mensaje como se observa en la figura 2.30. Posteriormente se escribe el texto a enviar seguido de las teclas CTRL + Z como se muestra en la figura 2.31.

Para realizar el envío de un SMS el módulo debe estar configurado anteriormente en modo de texto.

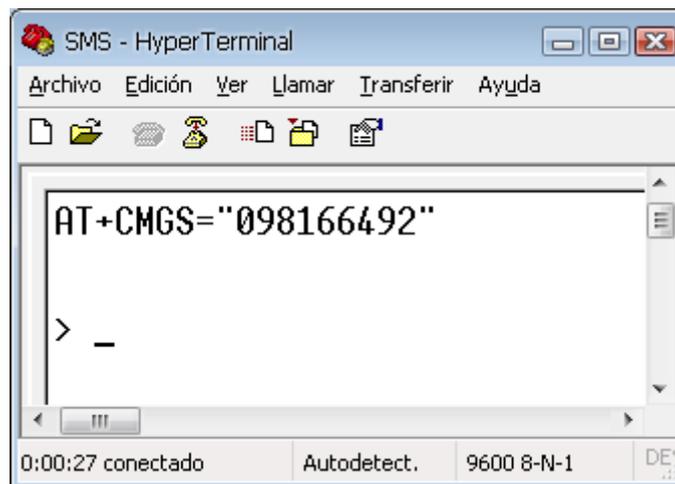


Figura 2.30: Ejecución del comando AT + CMGS

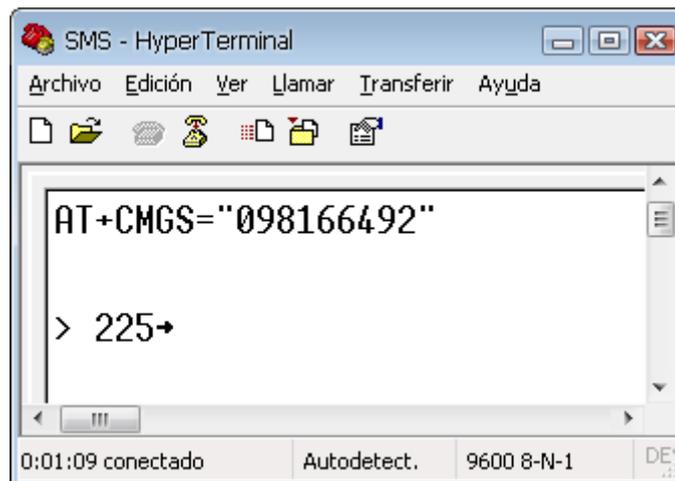


Figura 2.31: envío de un mensaje de texto

2.7. DISEÑO DE LA INTERFACE CON EL USUARIO

La aplicación está diseñada en el software Labview en el cual se permite la recepción y el procesamiento de los datos provenientes del medidor, para después guardarlos en una base de datos generada por LABVIEW y finalmente mostrar y guardar en Microsoft Excel en una hoja de información de los usuarios.

La interfaz gráfica consta de las siguientes pantallas:

1. Presentación y Autenticación

Es la pantalla que arranca el funcionamiento de la aplicación y que incluye el nombre del proyecto que se está realizando, también le permite a un usuario válido el acceso a la información de la aplicación. Los parámetros a ingresar son el nombre de usuario y la respectiva contraseña.

La figura 2.32 muestra la pantalla de presentación y autenticación.



Figura 2.32: Pantalla de Presentación y Autenticación

2. Pantalla Principal

La pantalla principal consta de un menú de clientes, usuario conectado, un indicador de un nuevo mensaje de texto y un botón para el historial de todos los clientes.

El menú de clientes brinda todos los nombres de los clientes almacenados en el sistema para su visualización de forma independiente en otra pantalla.

El botón Historial de Clientes muestra todos los datos de los clientes en una tabla.

La figura 2.33 muestra la pantalla principal.



Figura 2.33: Pantalla Principal

3. Pantalla de Clientes

En la pantalla de clientes se puede visualizar los valores de consumos mensual y total, así como el valor a pagar de forma independiente para cada cliente que se selecciona anteriormente como se ve en la figura 2.34.

También se puede visualizar estos datos en una hoja de Excel pulsando sobre el botón visualizar historial. Al pulsar el botón regresar retorna a la pantalla principal.



Figura 2.34: Pantalla Clientes

4. Historial

La pantalla Historial muestra todos los datos de los clientes en una tabla como son: valor total consumido, valor mensual consumido y valor a pagar. También se puede ver estos datos en una hoja de Excel; con el botón regresar retorna a la pantalla principal.

La figura 2.35 muestra la pantalla historial.



Figura 2.35: Pantalla Historial

2.8. IMPLEMENTACIÓN FINAL DEL PROYECTO

2.8.1. ELABORACIÓN DE LOS CIRCUITOS IMPRESOS

La implementación final del proyecto se diseñó con dos circuitos impresos.

Para la elaboración de los circuitos impresos se requiere el diagrama esquemático y el diagrama circuital, los cuales fueron realizados utilizando el software Isis Proteus

2.8.1.1. Diagramas esquemáticos

El diagrama esquemático de la primera placa que se muestra en la figura 2.36 incluye el microcontrolador 18f452 y las conexiones requeridas para su funcionamiento, se incluye además el circuito necesario para la comunicación serial con el módulo GSM, también incluye la conexión con el GLCD y la entrada del sensor al microcontrolador.

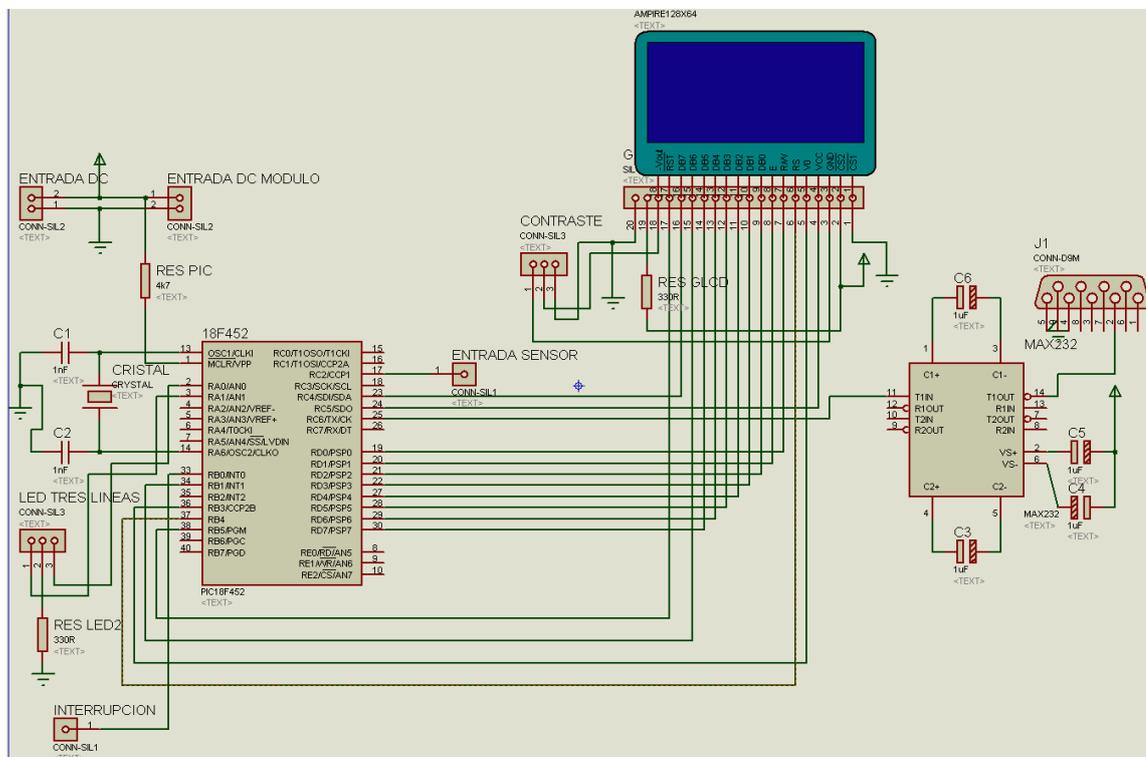


Figura 2.36: Circuito PIC18f452 - GLCD

En la figura 2.37 se observa el diagrama esquemático de la segunda placa; el diagrama contiene el microcontrolador 16f628A y las conexiones con el circuito del reloj, también los circuitos para proporcionar voltajes de 5V (requerido por el microcontrolador y el resto de circuitos integrados), y el circuito para cargar la batería que funciona como fuente de alimentación cuando no hay energía eléctrica.

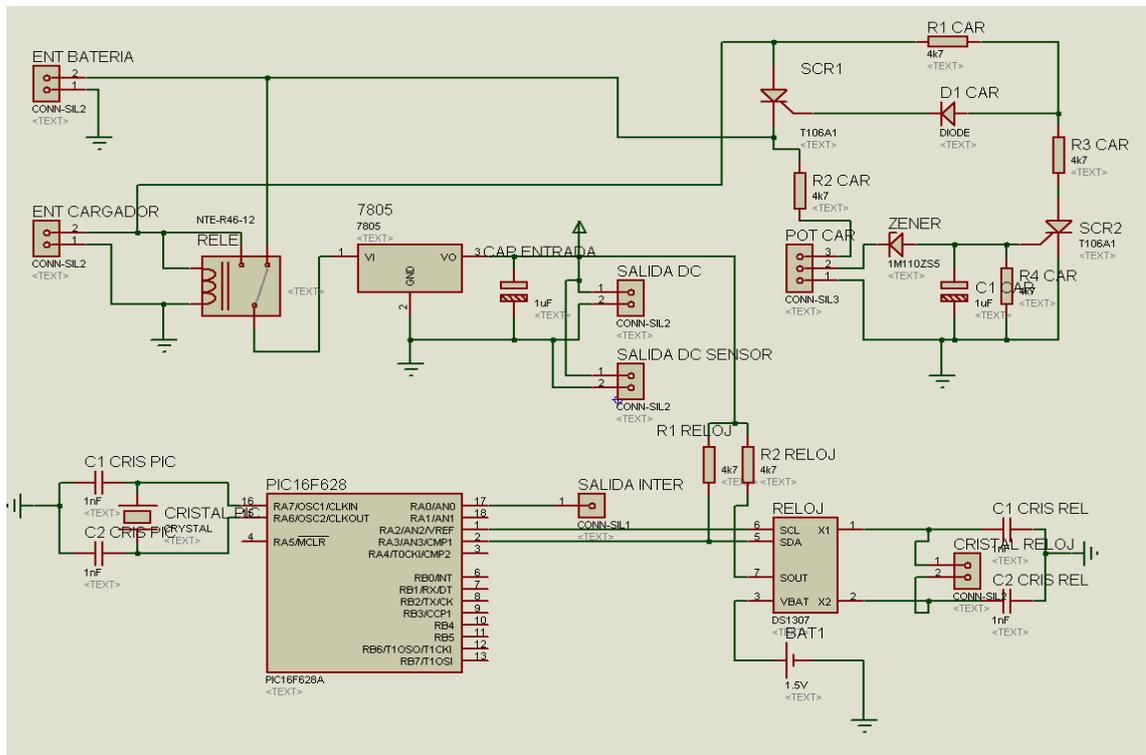


Figura 2.37: Circuito reloj – cargador batería

2.8.1.2. Diagrama Circuitual

Las figuras 2.38 y 2.39 muestran los circuitos impresos de las dos placas respectivamente, las cuales tienen una dimensión de 95 mm de largo por 80 mm de ancho. Finalmente las figuras 2.40 y 2.41 ilustran las placas vistas en 3D.

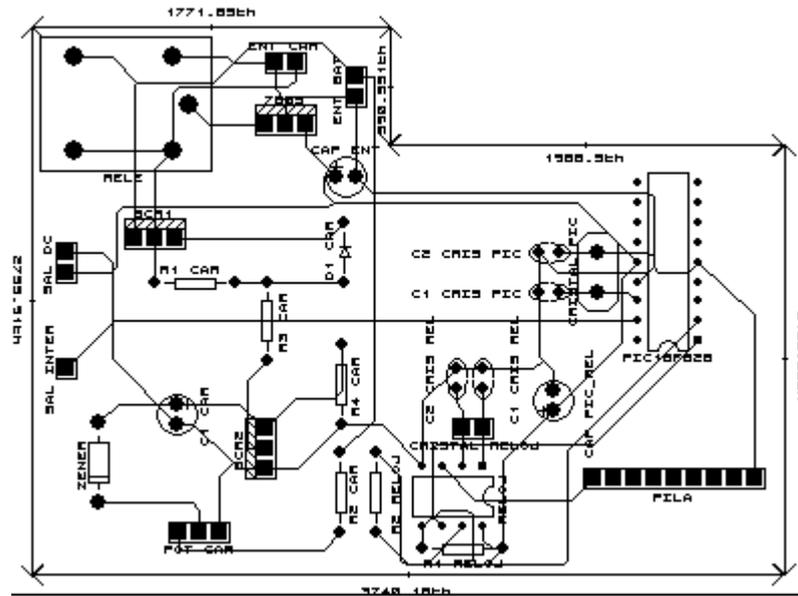


Figura 2.38: Circuito impreso reloj – cargador batería

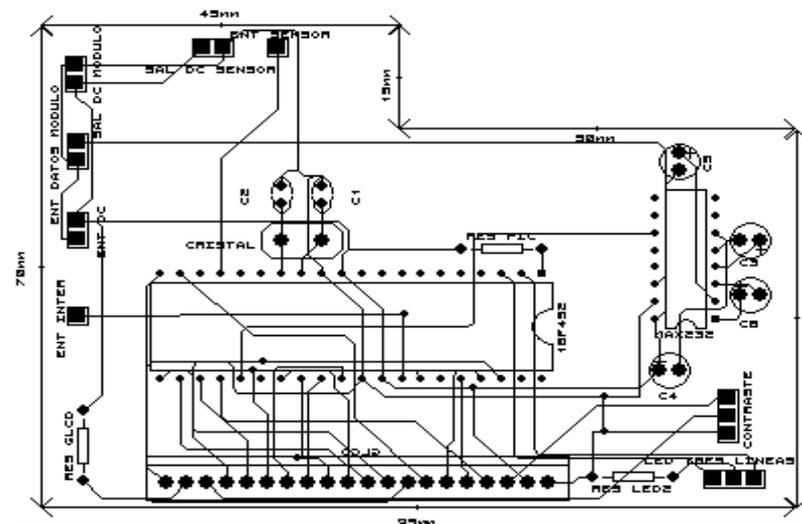


Figura 2.39: Circuito impreso PIC18F452 - GLCD

2.8.2. ENSAMBLADO DEL MEDIDOR

Las placas y sus elementos deberán ser colocados en una caja que facilite su montaje, en la figura 2.43 se muestra la implementación final del Medidor Digital.



Figura 2.42: implementación final del Medidor Digital

CAPÍTULO III

PRUEBAS EXPERIMENTALES

3.1. DESCRIPCIÓN FÍSICA DEL PROYECTO

El medidor digital consta de dos placas, el modulo GSM, una pantalla GLCD y un sensor magnético de paletas alimentados a la energía eléctrica y ubicados dentro de una caja de 8 x 9 cm y una altura de 5 cm.

Este medidor digital se encuentra conectado en serie a su salida a un medidor convencional (utilizado para la comparación de medidas) y este a su vez a una válvula check que permite el paso del agua en una sola dirección y en la entrada del medidor está conectado en serie a una llave de paso de agua on-off.

Todas las conexiones antes mencionadas van conectadas con tubos pvc de ½ pulgada para permitir el paso de agua.

Para la recepción de datos (central) se utilizó una bocina telefónica conectada al módulo GSM la cual sirve para realizar llamadas a los clientes. El modulo GSM a su vez también va conectado a la PC para el almacenamiento de información.

3.2. PRUEBAS FÍSICAS DEL SISTEMA

3.2.1. LECTURA DE DATOS DEL MEDIDOR DE AGUA POTABLE

Las pruebas de lectura de datos del medidor digital se las realizó durante una semana con diferentes velocidades de flujo de agua; los cuales se los fueron comparando con la lectura de un medidor convencional.

En las pruebas tomadas cada día se obtuvo los siguientes resultados de eficiencia:

Tabla 3.1: Lectura de datos del medidor digital

Día		Medidor Digital (m ³)	Medidor Convencional (m ³)
Lunes	Medida1	0,015	0,015
	Medida2	0,250	0,243
	Medida3	0,478	0,482
Martes	Medida1	0,716	0,719
	Medida2	0,956	0,955
	Medida3	1,187	1,187
Miércoles	Medida1	1,422	1,426
	Medida2	1,660	1,660
	Medida3	1,891	1,894
Jueves	Medida1	2,124	2,128
	Medida2	2,367	2,366
	Medida3	2,602	2,601
Viernes	Medida1	2,835	2,837
	Medida2	3,068	3,071
	Medida3	3,302	3,305
Sábado	Medida1	3,541	3,540
	Medida2	3,773	3,777
	Medida3	4,010	4,010
Domingo	Medida1	4,244	4,247
	Medida2	4,481	4,480
	Medida3	4,714	4,716

Desde el gráfico 3.1 hasta el gráfico 3.7 se indican los resultados de eficiencia obtenidos en estas pruebas.

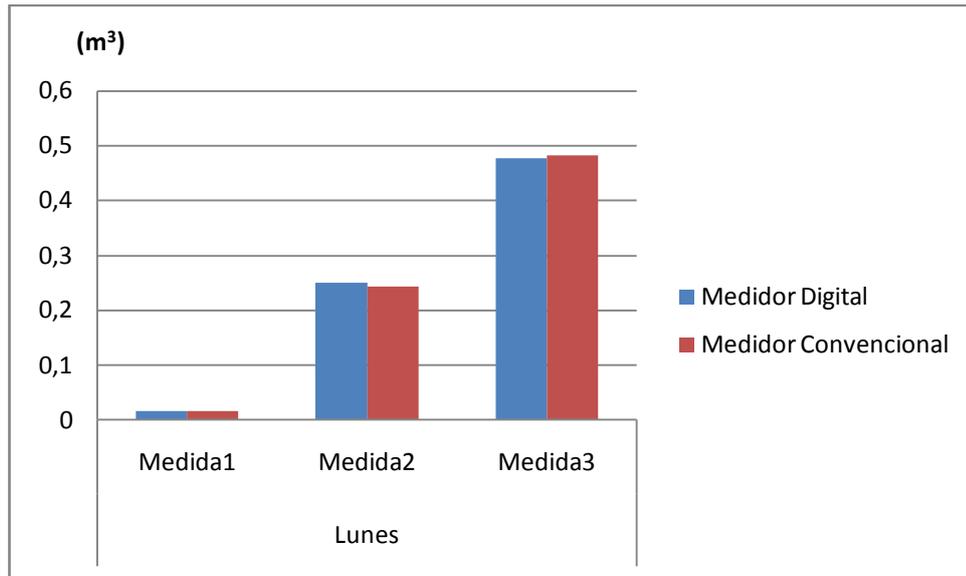


Gráfico 3.1: Prueba de Lecturas Día Lunes

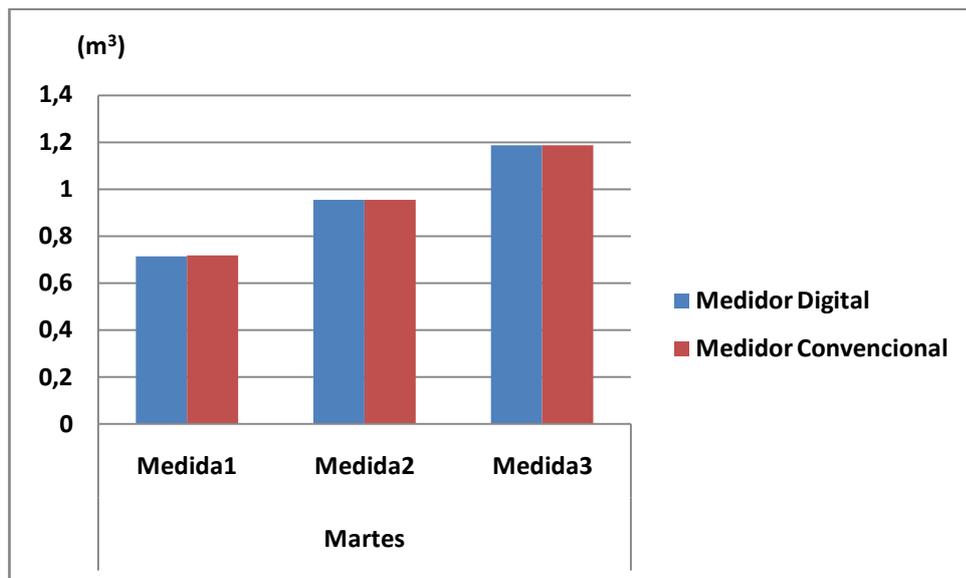


Gráfico 3.2: Prueba de Lecturas Día Martes

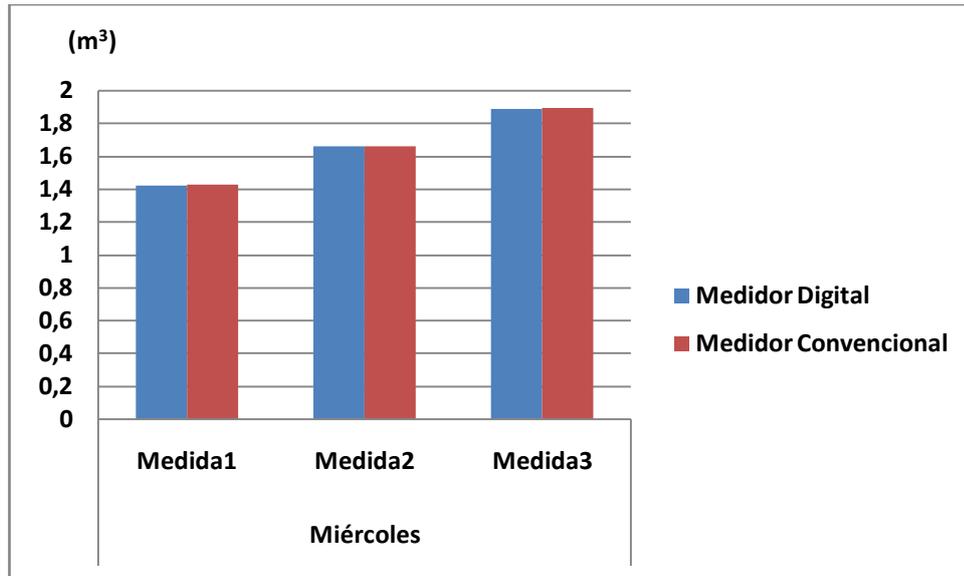


Gráfico 3.3: Prueba de Lecturas Día Miércoles

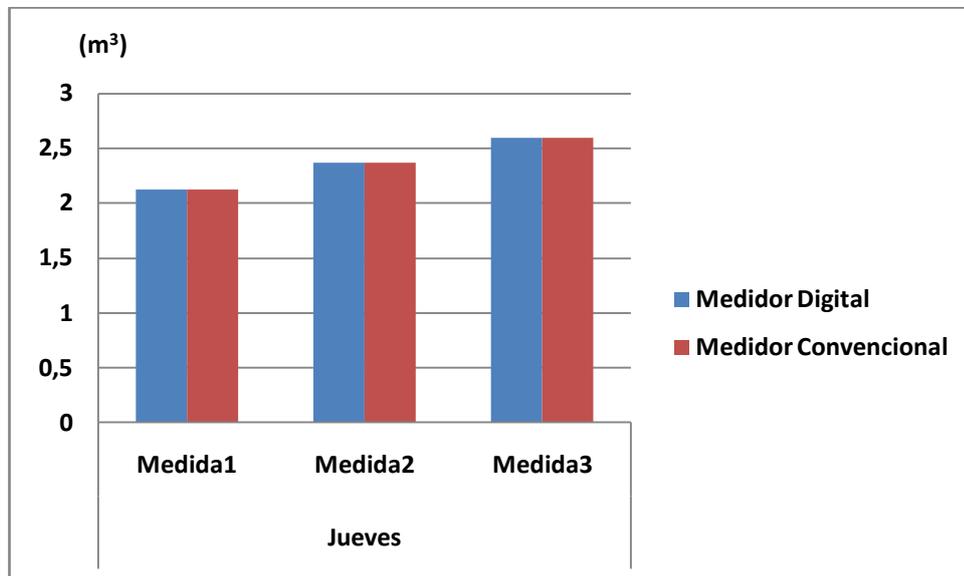


Gráfico 3.4: Prueba de Lecturas Día Jueves

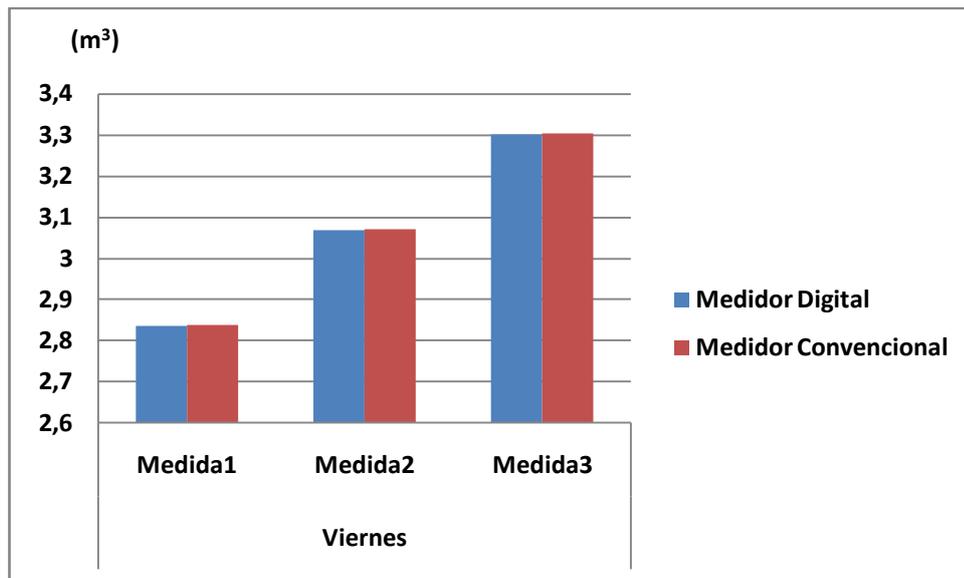


Gráfico 3.5: Prueba de Lecturas Día Viernes

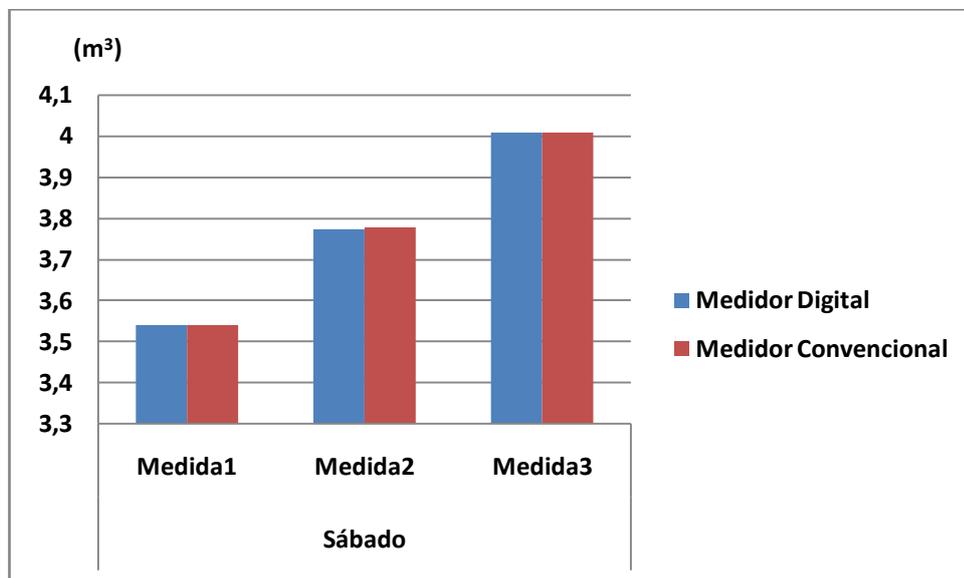


Gráfico 3.6: Prueba de Lecturas Día Sábado

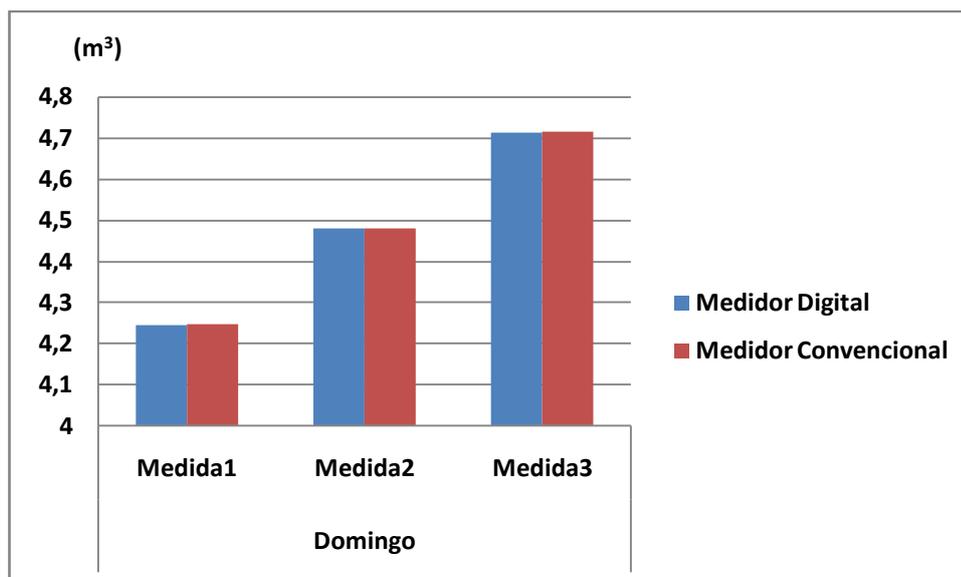


Gráfico 3.7: Prueba de Lecturas Día Domingo

3.2.2. ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS

Las pruebas de envío se las realizó a diferentes distancias y con valores variables de la lectura del medidor digital. Esta prueba también consiste enviar los datos almacenados en la memoria EEPROM del microcontrolador ubicado en el medidor

Para estas pruebas el módulo receptor debe estar conectado con la PC mediante el puerto USB. Esta prueba consiste en transmitir desde el medidor digital hasta la PC (central).

En las pruebas realizadas se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 3.2: Envío y recepción de datos

Día	Dato en el medidor (m ³)	Dato recibido (m ³)	Resultado
Semana 1	4	4	✓
Semana 2	9	9	✓
Semana 3	14	14	✓
Semana 4	21	21	✓

En la tabla 3.2 se puede apreciar que los datos obtenidos con el medidor digital concuerdan con las lecturas del medidor convencional.

3.3. PRUEBAS DE CONFIABILIDAD DE TODO EL SISTEMA

Las pruebas de confiabilidad de todo el sistema deben contemplar el correcto funcionamiento del mismo incluyendo la lectura, envío y recepción de datos y base de datos.

Tabla 3.3: Envío y recepción de datos

Envío de datos	Eficiencia (%)
Lectura del medidor	96
Transmisión	99
Recepción desde un computador personal	100
Base de datos	100

En el gráfico 3.8 se indican los resultados de eficiencia obtenidos en estas pruebas

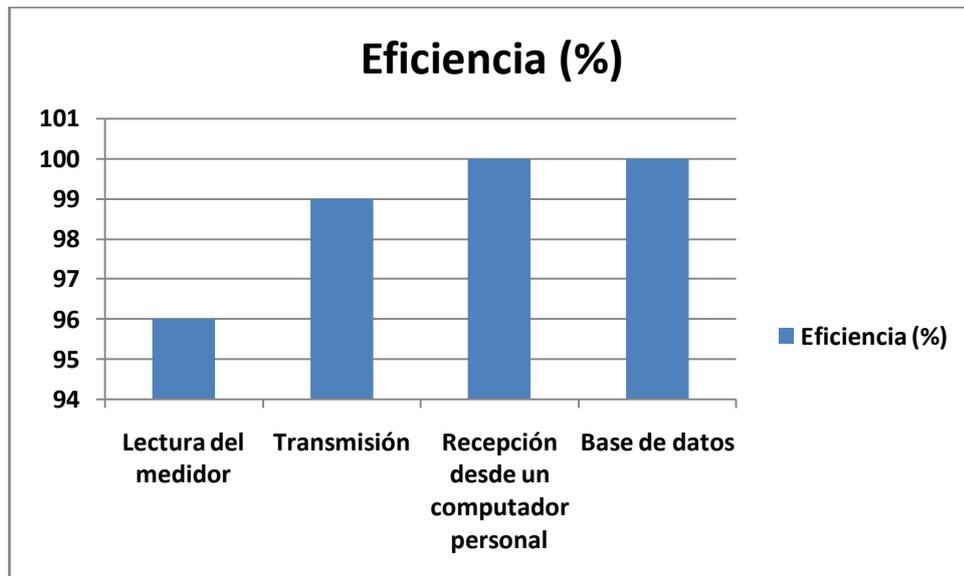


Gráfico 3.8: Confiabilidad del Sistema

Los porcentajes de eficiencia mostrados en el gráfico 3.8 se los realizó mediante pruebas realizadas por un mes, tomando este tiempo como el porcentaje máximo (100%) para el cálculo de los porcentajes de eficiencia de todo el sistema.

Para que todas las comunicaciones sean correctas se debe sincronizar los módulos y la PC con sus diferentes parámetros. El hardware y software seleccionado para el desarrollo de este proyecto reúne las características necesarias para el funcionamiento adecuado del mismo. Al finalizar las pruebas se obtuvo como resultado que todo el sistema es totalmente confiable y seguro.

3.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

3.4.1. LECTURA DE DATOS DEL MEDIDOR DIGITAL DE AGUA POTABLE

Después de analizar los resultados se optó por visualizar cuatro etapas cada una con su respectivo indicador, para que la lectura del medidor digital se asemeje a la del medidor convencional, estas etapas se detallan a continuación:

- La primera etapa indica el número de litros por unidad.
- La segunda etapa indica diez litros por cada unidad visualizada
- La tercera etapa indica cien litros por cada unidad visualizada
- La última etapa muestra los dígitos en metros cúbicos, es decir por cada unidad obtenida se tiene mil litros.

En la figura 3.1 se puede apreciar un ejemplo de la lectura del medidor digital para una lectura de 95 m³ con 637 litros:



Figura 3.1: Ejemplo lectura del medidor digital

La lectura del medidor digital es confiable y amigable para el cliente.

3.4.2. ENVÍO Y RECEPCIÓN DE DATOS

Para el envío de datos se optó por conectar al microcontrolador con el módulo GSM mediante una comunicación serie a una velocidad de 9600 bps.

Para la recepción de datos se requirió un conversor de comunicación serie a USB para que la comunicación con la PC sea más fácil y sencilla.

Para visualizar y almacenar los datos se utilizó LabVIEW, ya que gracias a las herramientas existentes en este software facilitó la administración de la información obtenida.

Al finalizar las pruebas se obtiene como resultado que el software creado es confiable al igual que la base de datos.

La operadora utilizada para el servicio de envío y recepción de mensajes de texto fue Movistar, debido a que la mayoría de usuarios utilizan esta operadora en este sector del país.

3.5. ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO

Los elementos utilizados en la construcción de las placas para el sistema están disponibles en el mercado local y están garantizados por su fabricante.

Las tablas 3.4, 3.5 y 3.6 muestran el valor económico de los dispositivos utilizados en el sistema.

Tabla 3.4: Costo de la placa para el módulo transmisor.

COMPONENTE	Cantidad	Valor
Microcontrolador 18F452	1	\$ 9.00
Microcontrolador 16F628A	1	\$ 8.00
MAX-232	1	\$ 1.50
Modulo GSM	1	\$ 150.00
Condensadores	5	\$ 1.00
Osciladores	3	\$ 1.00
GLCD	1	\$ 20.00
Regulador 7805	1	\$ 0.40
Reloj DS1307	1	\$ 1.00
Pila CR 2032	1	\$ 0.50
TOTAL		\$ 192.40

Tabla 3.5: Costo del dispositivo receptor

COMPONENTE	Cantidad	Valor
Modulo GSM	1	\$ 150.00
Convertor RS232-USB	1	\$ 10.00
Bocina telefónica	1	\$ 4.00
TOTAL		\$ 164.00

Tabla 3.6: Costo de la implementación del medidor.

COMPONENTE	Cantidad	Valor
Sensor de turbina magnética	1	\$ 30.00
Optoacoplador	1	\$ 5.00
Caja	1	\$ 30.00
TOTAL		\$ 65.00

Al analizar los costos que conlleva la elaboración de todo el sistema se encuentra que éste tiene un costo elevado debido a que es el primer prototipo de una

investigación realizada, pero cumple con los requisitos de la empresa de agua potable.

3.6. ALCANCES Y LIMITACIONES

Los alcances y limitaciones del sistema abarcan varias opciones de funcionamiento y aplicación.

Dentro de los alcances se pueden citar:

- La medición del flujo de agua es totalmente confiable y exacta.
- No existe un limitante de distancia de comunicación entre el medidor y la central dentro de la cobertura de la operadora utilizada.
- Proporciona un almacenamiento de información y los cálculos de valores a pagar de una manera rápida y eficiente gracias al software utilizado.
- El envío de información es inmediato porque de esta manera trabaja la operadora con los SMS.
- Este sistema funciona para cualquier número de medidores.
- El Modulo Receptor conectada a la central de Datos incorpora una función para llamar al cliente como un servicio extra para optimizar el servicio de asistencia técnica.

Dentro de las limitaciones se pueden citar:

- Al no existir energía eléctrica el medidor funciona por un lapso de tiempo máximo de dos horas con la batería interna del medidor; al no retornar la

energía dentro de este tiempo el medidor deja de funcionar y por lo tanto no medirá el caudal.

- Al no existir cobertura de red o no tener la tarjeta sim saldo disponible, éste no enviará la lectura de los datos.
- El medidor debe estar en un lugar fresco y seco de preferencia cubierto.
- Se debe realizar mantenimiento preventivo cada año por personal calificado.
- El costo es elevado en comparación al medidor convencional.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

- La señal debió ser adaptada de acuerdo a las necesidades del diseño. Se utilizó un transductor de flujo tipo turbina conjuntamente con un optoacoplador para medir la cantidad de m^3 que pasan por el mismo.
- El diseño de cada uno de los subsistemas del proyecto permiten incrementar los conocimientos adquiridos. Se analizó la arquitectura, capacidad de memoria, puertos de entrada y salida y demás características del PIC 16F628a y PIC 18F452 para su correcto funcionamiento, con lo que se afianzó el conocimiento de los microcontroladores.
- Para una mayor confiabilidad del sistema se utilizó el reloj en tiempo real DS1307 que posee una configuración sencilla y correcciones automáticas para años bisiestos, de esta manera se le dio al sistema una fecha y hora exacta de envío de datos.
- Los protocolos de comunicación que se utilicen deben ser eficientes y de fácil aplicación. Con la utilización de protocolo I2C se implementó la comunicación entre el PIC 16f628a y el reloj de tiempo real; y a la vez se utilizó el protocolo UART para la comunicación entre EL PIC 18f452 y el módulo GSM, estos protocolos son de fácil utilización y entendimiento para el programador.
- El software que se utilice debe ser el adecuado para la recepción y almacenamiento de datos. Gracias a las herramientas que posee en este caso LabVIEW, se logró implementar un programa que permite recibir los

datos del medidor digital para ser interpretados en este software, calcular los valores a cancelar y generar una base de datos con la información del usuario como son: datos personales y número del medidor.

- Con los resultados obtenidos en las pruebas se puede comprobar que el sistema funciona en tiempo real tanto en el registro de datos como en el envío y recepción de los mensajes, dentro del tiempo esperado.
- Al trabajar con comandos AT se logró la comunicación entre el microcontrolador y el módulo GSM. La implementación de estos comandos corre a cuenta del módulo GSM y no depende del canal de comunicación a través del cual estos comandos son enviados.
- Al utilizar la red de comunicación GSM se obtiene un rango de alcance aceptable, lo cual depende de la operadora con la que se esté trabajando; en este caso Movistar. Pero el uso de esta red en el sistema implementado puede presentar fallas como pérdidas de señal (fallas externas), lo cual disminuye la confiabilidad.
- Se determinó que la utilización de mensajería SMS resulta eficiente para aplicaciones que no trabajen con cantidades de datos grandes o para aplicaciones de control.

4.2. RECOMENDACIONES

- Es importante desarrollar este tipo de proyectos innovadores en beneficio de la colectividad, los mismos que ayudan al crecimiento del cantón y la provincia.
- Si se quiere aumentar el número de medidores al sistema se lo puede hacer siempre y cuando se configura la programación en la central añadiendo los datos del nuevo usuario como son: número telefónico, datos personales.
- Es aconsejable utilizar una pantalla GLCD debido a su mayor área de visualización.
- Se recomienda utilizar indicadores luminosos o sonoros en la transmisión y recepción para verificar su funcionamiento.
- Se debe analizar y seguir las sugerencias de los datos técnicos de los fabricantes de elementos para evitar errores y demoras de funcionamiento.
- Se recomienda continuar las investigaciones relacionadas al desarrollo de este proyecto ya que es una iniciativa muy importante para mejorar el sistema de la Empresa de Agua Potable Cotopaxi.
- Es aconsejable que la Empresa de Agua Potable Cotopaxi realice estudios del uso del sistema implementado porque puede ser beneficioso para facilitar su trabajo.
- Se recomienda que los estudiantes desarrollen este tipo de proyectos en beneficio personal, institucional y de la comunidad en general.

BIBLIOGRAFÍA Y ENLACES

- Electrónica aplicada a las altas frecuencias/F. de Dieuleveult, Madrid: Paraninfo, 2000.
- Sistemas Electrónicos de Comunicaciones/Roy Blake. —2ª .ed. —México, D.F: Thomsom, 2004.
- Electrónica de Comunicaciones/Manuel Sierra Pérez..(et al) – Madrid: Pearson Educación, S.A, 2003.
- http://espanol.geocities.com/robbottom/Modulo_RF.htm
- http://www.tesisRF/Comunicación inalámbrica - Monografias_com.htm
- <http://www.studies.ac.upc.edu/EPSC/SED/Apuntes/RS232%20Y%20RS-485.ppt>.
- La-Guia-MetAs-03-03-Ener.pdf
- www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_factor_potencia/ke_factor_potencia_1.htm.
- www.tec-mex.com.mx
- [www.Monografias.com/manipulación de ondas de Radio Frecuencia \(R_F_\)_ Fundamentos Electrónica Unicrom.mht](http://www.Monografias.com/manipulación de ondas de Radio Frecuencia (R_F_)_ Fundamentos Electrónica Unicrom.mht)
- <http://electronred.iespana.es/optoacopla.htm>
- www.monografias.com/trabajos11/usbmem/usbmem.shtml
- [http://valetron.eresmas.net/bus_i2c\(Bus%20de%20datos\).htm](http://valetron.eresmas.net/bus_i2c(Bus%20de%20datos).htm)

ANEXOS

ANEXO A

GLOSARIO DE TÉRMINOS

A

Acoplamiento: Conexión de la señal de salida de un circuito al punto de entrada de otro.

Aislamiento: Aislar o separar partes de máquinas, aparatos o instalaciones con diferencia de potencial.

Amperios: Unidad de medida de la corriente eléctrica.

Amplificador: Aumenta la amplitud o intensidad de un fenómeno.

Asíncrono: Se dice del proceso o del efecto que no ocurre en completa correspondencia temporal con otro proceso u otra causa.

Automatización: Proceso de mecanización para reducir la mano de obra.

B

Bidireccional: Se orienta en dos direcciones.

Buffer: Lugar de almacenamiento temporal para adquisición o generación de datos.

Bus: Conjunto de líneas conductoras de señales utilizadas para la transmisión de datos entre los componentes de un sistema informático.

C

Compilador: Programa que convierte el lenguaje informático empleado por el usuario en lenguaje propio del computador, del microprocesador o del microcontrolador.

Comunicación: Transmisión de señales mediante un código común al emisor y al receptor.

Confiabilidad: Probabilidad de buen funcionamiento de algún dispositivo.

Convertor análogo digital (A/D): Dispositivo electrónico que convierte señales analógicas en datos digitales.

D

Digital: En contraposición a 'analógico' (continuo), forma de representar la información con valores numéricos (discretos).

Driver: Conjuntos de rutinas para poder ejecutar un programa.

E

EEPROM: Memoria de datos, se la utiliza para programación en el microcontrolador.

Eficacia: Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

Estándar: Que sirve como tipo, modelo, norma, patrón o referencia.

E/S ó I/O: Abreviaturas de Entrada-Salida.

F

Fiabilidad: Probabilidad de buen funcionamiento de algo.

Formato: Conjunto de características técnicas y de presentación de una publicación periódica o de un programa de televisión o radio.

Fototransistor: Transistor sensible a la luz.

Full-Duplex: Comunicación dual, es decir al mismo tiempo (por ejemplo el teléfono).

G

GLCD: Pantalla gráfica de cristal líquido.

H

Half-duplex: Comunicación de una sola vía, es decir uno a la vez (por ejemplo radio motorola).

I

I2C: Interface de circuito integrado-interno, se lo utiliza para comunicación del microcontrolador en modo maestro esclavo punto a punto.

Inalámbrico: Sistema eléctrico de comunicación carente de cables.

INTCON: Es un registro, que puede ser leído y escrito, el cual contiene varias habilitaciones, prioridades, y valores de banderas.

Intel: Principal fabricante de microprocesadores y circuitos integrados. Esta compañía fue la inventora del microprocesador que controla una gran parte de los ordenadores o computadoras personales (PC) modernos.

Interconexión: Unir, enlazar, establecer relación, poner en comunicación varios sistemas.

L

Labview: Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench. Lenguaje de programación gráfico que utiliza íconos en lugar de línea de texto para crear programas.

M

Memoria de datos: Lugar destinado para el almacenamiento de datos.

Memoria de programa: Lugar destinado para el almacenamiento de la programación.

Microchip: Casa fabricante de elementos y dispositivos eléctricos y electrónicos.

Microcontrolador: dispositivo que tiene la capacidad de controlar o manejar diferentes periféricos por medio de una programación previa.

N

Normalización: Regularizar o poner en orden lo que no lo estaba.

O

Ohm: Unidad de resistencia eléctrica.

Oscilador.- Elemento que produce oscilaciones eléctricas.

P

Periférico: Aparato auxiliar e independiente conectado a la unidad central de una computadora.

PIC: Nombre general que se les da a los microcontroladores de la fábrica Microchip.

Potencia: Producto de intensidad de corriente por la diferencia de potencial.

Protocolo: Conjunto de reglas que rigen una comunicación.

Puerto: Interfase de comunicación entre dispositivos.

Pulsador: Dispositivo eléctrico que cambia de estado al ser presionado.

R

Receptor: Todo aparato capaz de recibir señales.

Red de comunicaciones: Enlace entre varios dispositivos.

Registro: Conjunto de datos relacionados entre sí, que constituyen una unidad de información en una base de datos.

Reset: retorna al estado inicial.

S

Sensibilidad: Capacidad de respuesta a muy pequeñas variaciones, estímulos o causas.

Síncrono: Que se desarrolla en perfecta correspondencia temporal con otro proceso o causa.

Sintonización: Regular un circuito para que su frecuencia coincida con otro.

Software: Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora.

Subrutinas: Programas para una función específica.

T

Temporizador: Sistema de control de tiempo que se utiliza para abrir o cerrar un circuito en uno o más momentos determinados.

Timer: Registro de control configurable para generar tiempos.

Trama: Conjunto de datos codificados con un propósito específico.

Transmisor: Circuito capaz de emitir señales.

U

USART: Módulo universal síncrono asíncrono de recepción y transmisión, también se lo conoce como una interface de comunicación serial.

W

Windows: Nombre común o coloquial de Microsoft Windows, un entorno multitarea dotado de una interfaz gráfica de usuario, que se ejecuta en computadoras diseñadas para MS-DOS.

ANEXO B

HOJAS DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

PIC 16F628A



PIC16F62X

FLASH-Based 8-Bit CMOS Microcontrollers

Devices included in this data sheet:

- PIC16F627
- PIC16F628

Referred to collectively as PIC16F62X.

High Performance RISC CPU:

- Only 35 instructions to learn
- All single-cycle instructions (200 ns), except for program branches which are two-cycle
- Operating speed:
 - DC - 20 MHz clock input
 - DC - 200 ns instruction cycle

Device	Memory		
	FLASH Program	RAM Data	EEPROM Data
PIC16F627	1024 x 14	224 x 8	128 x 8
PIC16F628	2048 x 14	224 x 8	128 x 8

- Interrupt capability
- 16 special function hardware registers
- 8-level deep hardware stack
- Direct, Indirect and Relative addressing modes

Peripheral Features:

- 15 I/O pins with individual direction control
- High current sink/source for direct LED drive
- Analog comparator module with:
 - Two analog comparators
 - Programmable on-chip voltage reference (VREF) module
 - Programmable input multiplexing from device inputs and internal voltage reference
 - Comparator outputs are externally accessible
- Timer0: 8-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1: 16-bit timer/counter with external crystal/clock capability
- Timer2: 8-bit timer/counter with 8-bit period register, prescaler and postscaler
- Capture, Compare, PWM (CCP) module
 - Capture is 16-bit, max. resolution is 12.5 ns
 - Compare is 16-bit, max. resolution is 200 ns
 - PWM max. resolution is 10-bit
- Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter USART/SCI
- 16 Bytes of common RAM

Special Microcontroller Features:

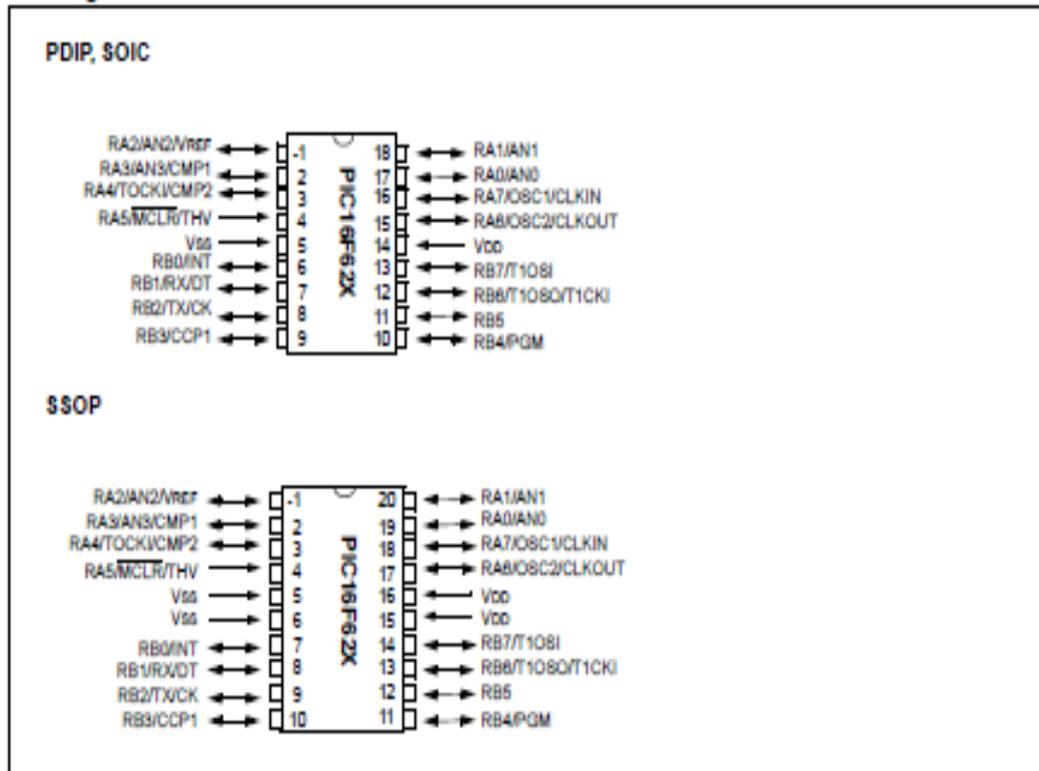
- Power-on Reset (POR)
- Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Brown-out Detect (BOD)
- Watchdog Timer (WDT) with its own on-chip RC oscillator for reliable operation
- Multiplexed MCLR-pin
- Programmable weak pull-ups on PORTB
- Programmable code protection
- Low voltage programming
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options
 - FLASH configuration bits for oscillator options
 - ER (External Resistor) oscillator
 - Reduced part count
 - Dual speed INTRC
 - Lower current consumption
 - EC External Clock Input
 - XT oscillator mode
 - HS oscillator mode
 - LP oscillator mode
- Serial in-circuit programming (via two pins)
- Four user programmable ID locations

CMOS Technology:

- Low-power, high-speed CMOS FLASH technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range
 - PIC16F627 - 3.0V to 5.5V
 - PIC16F628 - 3.0V to 5.5V
 - PIC16LF627 - 2.0V to 5.5V
 - PIC16LF628 - 2.0V to 5.5V
- Commercial, Industrial and extended temperature range
- Low power consumption
 - < 2.0 mA @ 5.0V, 4.0 MHz
 - 15 μ A typical @ 3.0V, 32 kHz
 - < 1.0 μ A typical standby current @ 3.0V

PIC16F62X

Pin Diagrams



Device Differences

Device	Voltage Range	Oscillator	Process Technology (Microns)
PIC16F627	3.0 - 5.5	See Note 1	0.7
PIC16F628	3.0 - 5.5	See Note 1	0.7
PIC16LF627	2.0 - 5.5	See Note 1	0.7
PIC16LF628	2.0 - 5.5	See Note 1	0.7

Note 1: If you change from this device to another device, please verify oscillator characteristics in your application.

TABLE 3-1: PIC16F62X PINOUT DESCRIPTION

Name	DIP/ SOIC Pin #	SSOP Pin #	I/O/P Type	Buffer Type	Description
RA0/AN0	17	19	I/O	ST	Bi-directional I/O port/Analog comparator input
RA1/AN1	18	20	I/O	ST	Bi-directional I/O port/Analog comparator input
RA2/AN2/VREF	1	1	I/O	ST	Bi-directional I/O port/Analog comparator input/VREF output
RA3/AN3/CMP1	2	2	I/O	ST	Bi-directional I/O port/Analog comparator input/comparator output
RA4/T0CKI/CMP2	3	3	I/O	ST	Bi-directional I/O port/Can be configured as T0CKI/comparator output
RA5/MCLR/THV	4	4	I	ST	Input port/master clear (reset input/programming voltage input. When configured as MCLR, this pin is an active low reset to the device. Voltage on MCLR/THV must not exceed VDD during normal device operation.
RA6/O0C2/CLKOUT	15	17	I/O	ST	Bi-directional I/O port/Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In ER mode, O0C2 pin outputs CLKOUT which has 1/4 the frequency of O0C1, and denotes the instruction cycle rate.
RA7/O0C1/CLKIN	16	18	I/O	ST	Bi-directional I/O port/Oscillator crystal input/external clock source input. ER biasing pin.
RB0/INT	6	7	I/O	TTL/ST ⁽¹⁾	Bi-directional I/O port/external interrupt. Can be software programmed for internal weak pull-up.
RB1/RX/DT	7	8	I/O	TTL/ST ⁽³⁾	Bi-directional I/O port/ USART receive pin/synchronous data I/O. Can be software programmed for internal weak pull-up.
RB2/TX/CK	8	9	I/O	TTL/ST ⁽³⁾	Bi-directional I/O port/ USART transmit pin/synchronous clock I/O. Can be software programmed for internal weak pull-up.
RB3/CCP1	9	10	I/O	TTL/ST ⁽⁴⁾	Bi-directional I/O port/Capture/Compare/PWM I/O. Can be software programmed for internal weak pull-up.
RB4/PGM	10	11	I/O	TTL/ST ⁽⁵⁾	Bi-directional I/O port/Low voltage programming input pin. Wake-up from SLEEP on pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up. When low voltage programming is enabled, the interrupt on pin change and weak pull-up resistor are disabled.
RB5	11	12	I/O	TTL	Bi-directional I/O port/Wake-up from SLEEP on pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
RB6/T10SO/T1CKI	12	13	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	Bi-directional I/O port/Timer1 oscillator output/Timer1 clock input. Wake up from SLEEP on pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
RB7/T1OSI	13	14	I/O	TTL/ST ⁽²⁾	Bi-directional I/O port/Timer1 oscillator input. Wake up from SLEEP on pin change. Can be software programmed for internal weak pull-up.
Vss	5	5,6	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	14	15,16	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: O = output I/O = Input/output P = power
 — = Not used I = Input ST = Schmitt Trigger input
 TTL = TTL Input IOD = Input/open drain output

Note 1: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt.

Note 2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in serial programming mode.

Note 3: This buffer is a Schmitt Trigger I/O when used in USART/Synchronous mode.

Note 4: This buffer is a Schmitt Trigger I/O when used in CCP mode.

Note 5: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in low voltage program mode.

PIC 18F452

PIC18FXX2

FIGURE 1-1: PIC18F2X2 BLOCK DIAGRAM

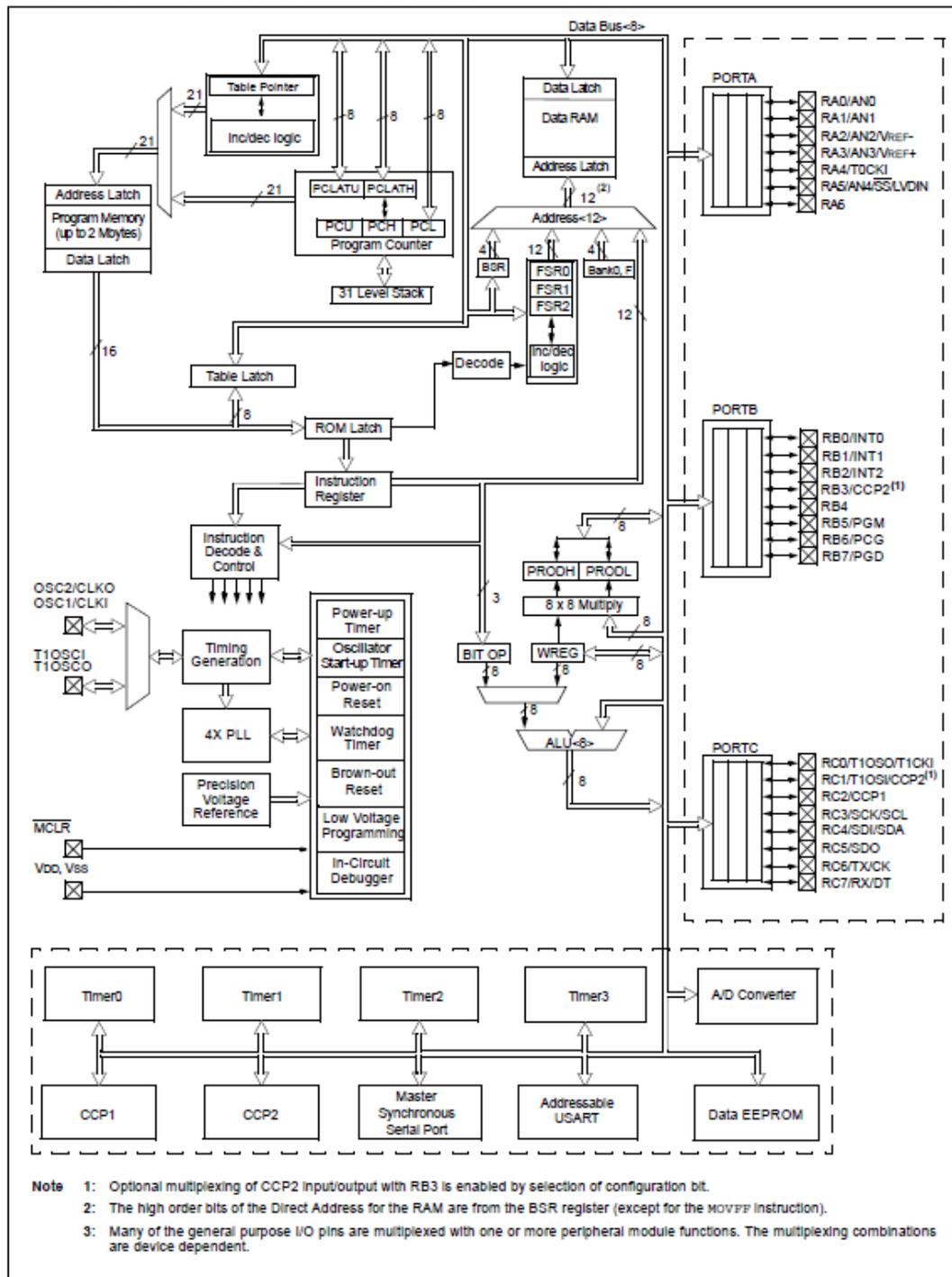


TABLE 1-2: PIC18F2X2 PINOUT I/O DESCRIPTIONS

Pin Name	Pin Number		Pin Type	Buffer Type	Description
	DIP	SOIC			
MCLR/VPP MCLR VPP	1	1	I I	ST ST	Master Clear (input) or high voltage ICSP programming enable pin. Master Clear (Reset) input. This pin is an active low RESET to the device. High voltage ICSP programming enable pin.
NC	—	—	—	—	These pins should be left unconnected.
OSC1/CLKI OSC1 CLKI	9	9	I I	ST CMOS	Oscillator crystal or external clock input. Oscillator crystal input or external clock source input. ST buffer when configured in RC mode, CMOS otherwise. External clock source input. Always associated with pin function OSC1. (See related OSC1/CLKI, OSC2/CLKO pins.)
OSC2/CLKO/RA6 OSC2 CLKO RA6	10	10	O O I/O	— — TTL	Oscillator crystal or clock output. Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in Crystal Oscillator mode. In RC mode, OSC2 pin outputs CLKO which has 1/4 the frequency of OSC1, and denotes the instruction cycle rate. General Purpose I/O pin.
RA0/AN0 RA0 AN0 RA1/AN1 RA1 AN1 RA2/AN2/VREF- RA2 AN2 VREF- RA3/AN3/VREF+ RA3 AN3 VREF+ RA4/T0CKI RA4 T0CKI RA5/AN4/SS/LVDIN RA5 AN4 SS LVDIN RA6	2 3 4 5 6 7	2 3 4 5 6 7	I/O I I/O I I/O I I/O I I I/O I I I I/O I I I I	TTL Analog TTL Analog TTL Analog Analog TTL Analog Analog ST/OD ST TTL Analog ST Analog	PORTA is a bi-directional I/O port. Digital I/O. Analog input 0. Digital I/O. Analog input 1. Digital I/O. Analog input 2. A/D Reference Voltage (Low) input. Digital I/O. Analog input 3. A/D Reference Voltage (High) input. Digital I/O. Open drain when configured as output. Timer0 external clock input. Digital I/O. Analog input 4. SPI Slave Select input. Low Voltage Detect Input. See the OSC2/CLKO/RA6 pin.

Legend: TTL = TTL compatible input
ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels
O = Output
OD = Open Drain (no P diode to VDD)

CMOS = CMOS compatible input or output
I = Input
P = Power

TABLE 1-2: PIC18F2X2 PINOUT I/O DESCRIPTIONS (CONTINUED)

Pin Name	Pin Number		Pin Type	Buffer Type	Description
	DIP	SOIC			
RB0/INT0 RB0 INT0	21	21	I/O I	TTL ST	PORTB is a bi-directional I/O port. PORTB can be software programmed for internal weak pull-ups on all inputs. Digital I/O. External Interrupt 0. External Interrupt 1. Digital I/O. External Interrupt 2. Digital I/O. Capture2 input, Compare2 output, PWM2 output. Digital I/O. Interrupt-on-change pin. Digital I/O. Interrupt-on-change pin. Low Voltage ICSP programming enable pin. Digital I/O. Interrupt-on-change pin. In-Circuit Debugger and ICSP programming clock pin. Digital I/O. Interrupt-on-change pin. In-Circuit Debugger and ICSP programming data pin.
RB1/INT1 RB1 INT1	22	22	I/O I	TTL ST	
RB2/INT2 RB2 INT2	23	23	I/O I	TTL ST	
RB3/CCP2 RB3 CCP2	24	24	I/O I/O	TTL ST	
RB4	25	25	I/O	TTL	
RB5/PGM RB5 PGM	26	26	I/O I/O	TTL ST	
RB6/PGC RB6 PGC	27	27	I/O I/O	TTL ST	
RB7/PGD RB7 PGD	28	28	I/O I/O	TTL ST	
RC0/T1OSO/T1CKI RC0 T1OSO T1CKI	11	11	I/O O I	ST — ST	
RC1/T1OSI/CCP2 RC1 T1OSI CCP2	12	12	I/O I I/O	ST CMOS ST	
RC2/CCP1 RC2 CCP1	13	13	I/O I/O	ST ST	
RC3/SCK/SCL RC3 SCK SCL	14	14	I/O I/O I/O	ST ST ST	
RC4/SDI/SDA RC4 SDI SDA	15	15	I/O I I/O	ST ST ST	
RC5/SDO RC5 SDO	16	16	I/O O	ST —	
RC6/TX/CK RC6 TX CK	17	17	I/O O I/O	ST — ST	
RC7/RX/DT RC7 RX DT	18	18	I/O I I/O	ST ST ST	
VSS	8, 19	8, 19	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	20	20	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: TTL = TTL compatible input
ST = Schmitt Trigger input with CMOS levels
O = Output
OD = Open Drain (no P diode to VDD)

CMOS = CMOS compatible input or output
I = Input
P = Power

MAX-232

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047I – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

Function Tables

EACH DRIVER

INPUT TIN	OUTPUT TOUT
L	H
H	L

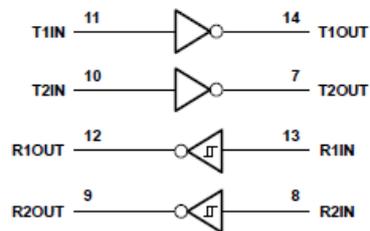
H = high level, L = low level

EACH RECEIVER

INPUT RIN	OUTPUT ROUT
L	H
H	L

H = high level, L = low level

logic diagram (positive logic)



MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS047I – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)[†]

Input supply voltage range, V_{CC} (see Note 1)	.....	-0.3 V to 6 V
Positive output supply voltage range, V_{S+}$	.....	V_{CC} - 0.3$ V to 15 V
Negative output supply voltage range, V_{S-}	.....	-0.3 V to -15 V
Input voltage range, V_i : Driver	.....	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Receiver	± 30 V
Output voltage range, V_O : T1OUT, T2OUT	.....	$V_{S-} - 0.3$ V to $V_{S+} + 0.3$ V
R1OUT, R2OUT	.....	-0.3 V to $V_{CC} + 0.3$ V
Short-circuit duration: T1OUT, T2OUT	.....	Unlimited
Package thermal impedance, θ_{JA} (see Note 2): D package	.....	73°C/W
DW package	.....	57°C/W
N package	.....	67°C/W
NS package	.....	64°C/W
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	.....	260°C
Storage temperature range, T_{stg}	.....	-65°C to 150°C

[†] Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

NOTE 1: All voltage values are with respect to network ground terminal.

2. The package thermal impedance is calculated in accordance with JEDEC 51-7.

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	4.5	5	5.5	V
V_{IH}	High-level input voltage (T1IN, T2IN)	2			V
V_{IL}	Low-level input voltage (T1IN, T2IN)			0.8	V
R1IN, R2IN	Receiver input voltage			± 30	V
T_A	Operating free-air temperature	MAX232	0	70	°C
		MAX232I	-40	85	

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature (unless otherwise noted) (see Note 3 and Figure 4)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP [‡]	MAX	UNIT
I_{CC}	Supply current		8	10	mA

[‡] All typical values are at $V_{CC} = 5$ V and $T_A = 25^\circ\text{C}$.

NOTE 3: Test conditions are C1-C4 = 1 μF at $V_{CC} = 5 \text{ V} \pm 0.5 \text{ V}$.

MAX232, MAX232I DUAL EIA-232 DRIVERS/RECEIVERS

SLLS0471 – FEBRUARY 1989 – REVISED OCTOBER 2002

DRIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V _{OH}	High-level output voltage	T1OUT, T2OUT R _L = 3 kΩ to GND	5	7		V
V _{OL}	Low-level output voltage‡	T1OUT, T2OUT R _L = 3 kΩ to GND		-7	-5	V
r _o	Output resistance	T1OUT, T2OUT V _{S+} = V _{S-} = 0, V _O = ±2 V	300			Ω
I _{OS} §	Short-circuit output current	T1OUT, T2OUT V _{CC} = 5.5 V, V _O = 0		±10		mA
I _{IS}	Short-circuit input current	T1IN, T2IN V _I = 0			200	μA

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

§ Not more than one output should be shorted at a time.

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
SR	Driver slew rate	R _L = 3 kΩ to 7 kΩ See Figure 2			30	V/μs
SR(t)	Driver transition region slew rate	See Figure 3		3		V/μs
	Data rate	One TOUT switching		120		kbit/s

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

RECEIVER SECTION

electrical characteristics over recommended ranges of supply voltage and operating free-air temperature range (see Note 3)

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP†	MAX	UNIT
V _{OH}	High-level output voltage	R1OUT, R2OUT I _{OH} = -1 mA	3.5			V
V _{OL}	Low-level output voltage‡	R1OUT, R2OUT I _{OL} = 3.2 mA			0.4	V
V _{IT+}	Receiver positive-going input threshold voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C		1.7	2.4	V
V _{IT-}	Receiver negative-going input threshold voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5 V, T _A = 25°C	0.8	1.2		V
V _{hys}	Input hysteresis voltage	R1IN, R2IN V _{CC} = 5 V	0.2	0.5	1	V
r _i	Receiver input resistance	R1IN, R2IN V _{CC} = 5, T _A = 25°C	3	5	7	kΩ

† All typical values are at V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C.

‡ The algebraic convention, in which the least positive (most negative) value is designated minimum, is used in this data sheet for logic voltage levels only.

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

switching characteristics, V_{CC} = 5 V, T_A = 25°C (see Note 3 and Figure 1)

PARAMETER		TYP	UNIT
t _{pLH(R)}	Receiver propagation delay time, low- to high-level output	500	ns
t _{pHL(R)}	Receiver propagation delay time, high- to low-level output	500	ns

NOTE 3: Test conditions are C1–C4 = 1 μF at V_{CC} = 5 V ± 0.5 V.

RELOJ DS1307



DS1307 64 x 8, Serial, I²C Real-Time Clock

GENERAL DESCRIPTION

The DS1307 serial real-time clock (RTC) is a low-power, full binary-coded decimal (BCD) clock/calendar plus 56 bytes of NV SRAM. Address and data are transferred serially through an I²C, bidirectional bus. The clock/calendar provides seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information. The end of the month date is automatically adjusted for months with fewer than 31 days, including corrections for leap year. The clock operates in either the 24-hour or 12-hour format with AM/PM indicator. The DS1307 has a built-in power-sense circuit that detects power failures and automatically switches to the backup supply. Timekeeping operation continues while the part operates from the backup supply.

FEATURES

- Real-Time Clock (RTC) Counts Seconds, Minutes, Hours, Date of the Month, Month, Day of the week, and Year with Leap-Year Compensation Valid Up to 2100
- 56-Byte, Battery-Backed, Nonvolatile (NV) RAM for Data Storage
- I²C Serial Interface
- Programmable Square-Wave Output Signal
- Automatic Power-Fail Detect and Switch Circuitry
- Consumes Less than 500nA in Battery-Backup Mode with Oscillator Running
- Optional Industrial Temperature Range: -40°C to +85°C
- Available in 8-Pin Plastic DIP or SO
- Underwriters Laboratory (UL) Recognized

Typical Operating Circuit and Pin Configurations appear at end of data sheet.

ORDERING INFORMATION

PART	TEMP RANGE	VOLTAGE (V)	PIN-PACKAGE	TOP MARK*
DS1307	0°C to +70°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307
DS1307+	0°C to +70°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307
DS1307N	-40°C to +85°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307N
DS1307N+	-40°C to +85°C	5.0	8 PDIP (300 mils)	DS1307N
DS1307Z	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307
DS1307Z+	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307
DS1307ZN	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307N
DS1307ZN+	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils)	DS1307N
DS1307Z/T&R	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307
DS1307Z+T&R	0°C to +70°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307
DS1307ZN/T&R	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307N
DS1307ZN+T&R	-40°C to +85°C	5.0	8 SO (150 mils) Tape and Reel	DS1307N

* Denotes a lead-free/RoHS-compliant device.

* A "+" anywhere on the top mark indicates a lead-free device.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground.....	-0.5V to +7.0V
Operating Temperature Range (Noncondensing)	
Commercial.....	0°C to +70°C
Industrial.....	-40°C to +85°C
Storage Temperature Range.....	-55°C to +125°C
Soldering Temperature (DIP, leads).....	+260°C for 10 seconds
Soldering Temperature (surface mount).....	See JPC/JEDEC Standard J-STD-020

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to the absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS

(T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V _{CC}		4.5	5.0	5.5	V
Logic 1 Input	V _{IH}		2.2		V _{CC} + 0.3	V
Logic 0 Input	V _{IL}		-0.3		+0.8	V
V _{BAT} Battery Voltage	V _{BAT}		2.0	3	3.5	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 4.5V to 5.5V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Input Leakage (SCL)	I _{LI}		-1		1	μA
I/O Leakage (SDA, SQW/OUT)	I _{LO}		-1		1	μA
Logic 0 Output (I _{OL} = 5mA)	V _{OL}				0.4	V
Active Supply Current (f _{SCL} = 100kHz)	I _{CCA}				1.5	mA
Standby Current	I _{CCS}	(Note 3)			200	μA
V _{BAT} Leakage Current	I _{BATLEK}			5	50	nA
Power-Fail Voltage (V _{BAT} = 3.0V)	V _{PF}		1.216 x V _{BAT}	1.25 x V _{BAT}	1.284 x V _{BAT}	V

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(V_{CC} = 0V, V_{BAT} = 3.0V; T_A = 0°C to +70°C, T_A = -40°C to +85°C.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V _{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT OFF	I _{BAT1}			300	500	nA
V _{BAT} Current (OSC ON); SQW/OUT ON (32kHz)	I _{BAT2}			480	800	nA
V _{BAT} Data-Retention Current (Oscillator Off)	I _{BATDR}			10	100	nA

WARNING: Negative undershoots below -0.3V while the part is in battery-backed mode may cause loss of data.

GLCD JHD12864E



LCD MOUDULE SPECIFICATION FOR APPROVAL	DATE	10/12/03
	VER.	1.0
JHD12864E	PAGE	4

1. FEATURES

- Display construction..... 128*64 DOTS
- Display mode STN / Yellow Green
- Display type Positive Tranflective
- Backlight..... LED(Y/G)/5.0V
- Viewing direction..... 6 o' clock
- Operating temperature..... Indoor
- Driving voltage..... Single power
- Driving method..... 1/64 duty, 1/9 bias
- Type..... COB (Chip On Board)
- Number of data line..... 8-bit parallel
- Connector..... Pin

2. MECHANICAL DATA

ITEM	WIDTH	HEIGHT	THICKNESS	UNIT
Module size	93.0	70.0	14.0(MAX)	mm
Viewing area	70.7	38.8	-	mm
Dot	Size	0.48	0.48	mm
	Pitch	0.52	0.52	mm
Diameter of mounting hole	2.7			mm
Weight	About 50			g

LCD MODULE SPECIFICATION FOR APPROVAL	DATE	10/12/03
	VER.	1.0
JHD12864E	PAGE	5

3. ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Characteristic	Symbol	Value	Unit	Note
Operating voltage	V_{DD}	-0.3 to +7.0	V	(1)
Supply voltage	V_{EE}	$V_{DD}-19.0$ to $V_{DD}+0.3$	V	(4)
Driver supply voltage	V_B	-0.3 to $V_{DD}+0.3$	V	(1), (3)
	V_{LCD}	$V_{EE}-0.3$ to $V_{DD}+0.3$	V	(2)
Operating temperature	T_{OPR}	-30 to +85	°C	
Storage temperature	T_{STG}	-55 to +125	°C	

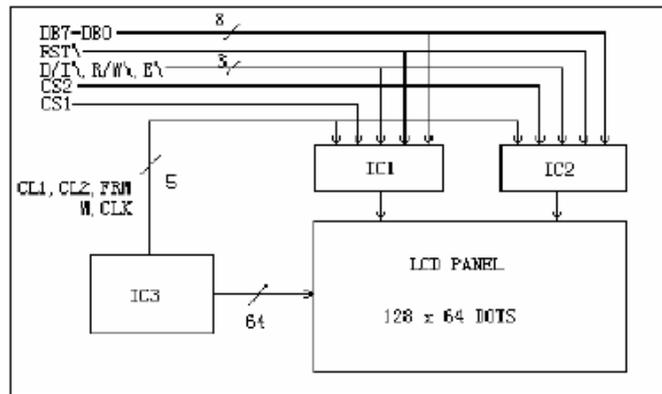
4. ELECTRICAL CHARACTERISTICS

($V_{DD} = +5V \pm 10\%$, $V_{SS} = 0V$, $V_{DD}-V_{EE} = 8$ to $17V$, $T_a = -30$ to $+85^\circ C$)

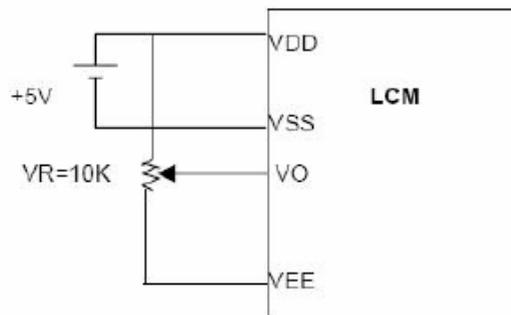
Characteristic	Symbol	Condition	Min	Typ	Max	Unit	Note
Input high voltage	V_{IH1}	-	$0.7V_{DD}$	-	V_{DD}	V	(1)
	V_{IH2}	-	2.0	-	V_{DD}	V	(2)
Input low voltage	V_{IL1}	-	0	-	$0.3V_{DD}$	V	(1)
	V_{IL2}	-	0	-	0.8	V	(2)
Output high voltage	V_{OH}	$I_{OH} = -200\mu A$	2.4	-	-	V	(3)
Output low voltage	V_{OL}	$I_{OL} = 1.6mA$	-	-	0.4	V	(3)
Input leakage current	I_{LKG}	$V_{IH} = V_{SS} - V_{DD}$	-1.0	-	1.0	μA	(4)
Three-state(off) input current	I_{TSL}	$V_{IH} = V_{SS} - V_{DD}$	-5.0	-	5.0	μA	(5)
Driver input leakage current	I_{DL}	$V_{IH} = V_{EE} - V_{DD}$	-2.0	-	2.0	μA	(6)
Operating current	I_{DD1}	During display	-	-	100	μA	(7)
	I_{DD2}	During access Access cycle = 1MHz	-	-	500	μA	(7)
On resistance	R_{ON}	$V_{DD}-V_{EE} = 15V$ $I_{LOAD} = \pm 0.1mA$	-	-	7.5	$K\Omega$	(8)

LCD MOUDULE SPECIFICATION FOR APPROVAL	DATE	10/12/03
	VER.	1.0
JHD12864E	PAGE	9

8. BLOCK DIAGRAM



9. POWER SUPPLY



ANEXO C
MANUAL DE USUARIO

SISTEMA PARA LA MEDICIÓN DEL CONSUMO DE AGUA POTABLE EN LUGARES RESIDENCIALES Y BASE DE DATOS

El sistema está diseñado para tomar las lecturas del consumo de agua potable de un medidor digital, además transmite esta lectura vía SMS a un computador el cual registra el nombre del usuario, consumo de agua y la hora y fecha exacta de la lectura, para después poder visualizarlo en un programa diseñado en Labview.

Este sistema es de fácil manejo, confiable, seguro y además permite llevar una base de datos del medidor que posea éste sistema, permitiendo además imprimir una hoja de facturación, el historial de consumo y los datos del usuario de una forma ágil y ordenada.

1. SEGURIDADES

Para evitar daños y manipular de forma correcta el equipo lea las siguientes normas:

- No destape el medidor.
- No desconectar la energía eléctrica del medidor
- No dejar caer o exponer a golpes.
- Sólo personal de servicio especializado debe instalar, reparar o dar mantenimiento al equipo.
- Mantener el equipo en un lugar seguro y seco.

2. MEDIDOR DIGITAL

Este dispositivo mide el flujo de agua en lugares residenciales, es el

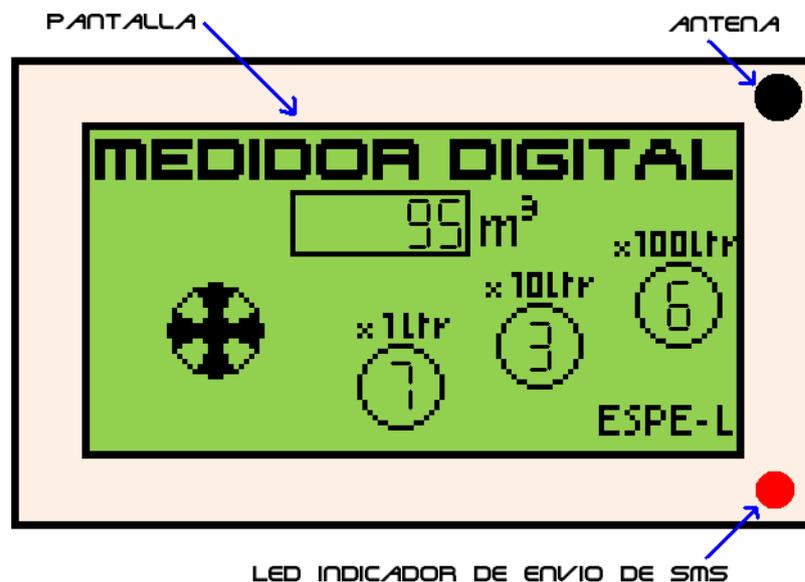
encargado de medir el consumo de agua potable en m^3 adquiridos en las diferentes lecturas y transmitirlo vía SMS a un computador, el medidor debe ser alimentado con 110V de corriente alterna o con una batería de 9V.

VISTA FRONTAL DEL MEDIDOR

Pantalla Principal: Indica el valor de la lectura del consumo de agua potable en m^3 en un indicador visual (GLCD)

Antena.- Utilizada para obtener excelente señal de la operadora.

Led Indicador.- Indica que el mensaje se está enviando.



3. SOFTWARE

Es el encargado de almacenar, analizar y presentar los datos en forma ordenada y clara para la respectiva emisión de facturas.

Consta de una pantalla principal y una pantalla por cada cliente:

Pantalla principal: Presenta los datos que se están recopilando.



SELECTORES	FUNCIÓN
CLEINTES	Selecciona uno de los clientes almacenados

BOTÓN	FUNCIÓN
IR	Muestra la pantalla del cliente seleccionado
HISTORIAL CLIENTES	Abre una ventana y muestra el historial de todos los clientes
FINALIZAR	Cierra todo el programa.

INDICADORES	FUNCIÓN
OPERADOR	Indica el operador que está conectado
SMS ENTRANTE	Indica si llega un nuevo SMS
FECHA Y HORA	Indica el la fecha y hora actuales

Pantalla clientes: Presenta los datos de un cliente específico.



BOTÓN	FUNCIÓN
REGRESAR	Regresa a la pantalla principal
VISUALIZAR HISTORIAL	Muestra el historial del cliente de un archivo de Excel

La siguiente figura muestra el historial de cada cliente en Excel

1	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
2	Cliente:	Valor consumido:	Valor mensual:	Valor a pagar:	Hora:	Fecha:									
3	César Naranjo	30	30	0.0114	10:44 p.m.	10/09/2011									
4	Edwin Pruna	85	10	0.0038	05:04 p.m.	11/09/2011									
5	César Naranjo	89	59	0.02242	10:52 p.m.	12/09/2011									
6	César Naranjo	112	123	0.04674	11:02 p.m.	13/09/2011									
7	Jose Buchelli	57	245	0.0931	11:22 p.m.	14/09/2011									
8	César Naranjo	167	54	0.02052	11:52 p.m.	15/09/2011									
9	Edwin Pruna	105	10	0.0038	05:04 p.m.	16/09/2011									
10	César Naranjo	279	122	0.04636	11:32 p.m.	17/09/2011									
11	César Naranjo	313	13	0.00494	11:42 p.m.	18/09/2011									
12	Jose Buchelli	96	245	0.0931	11:22 p.m.	19/09/2011									
13	César Naranjo	489	54	0.02052	11:52 p.m.	20/09/2011									
14	Edwin Pruna	147	47	0.01786	04:31 p.m.	21/09/2011									
15	Jose Buchelli	127	245	0.0931	11:22 p.m.	22/09/2011									
16	César Naranjo	510	123	0.04674	12:02 a.m.	23/09/2011									
17	Edwin Pruna	185	10	0.0038	05:04 p.m.	24/09/2011									
18	César Naranjo	542	122	0.04636	12:12 a.m.	25/09/2011									
19	César Naranjo	560	248	0.09424	12:32 a.m.	26/09/2011									
20	Jose Buchelli	189	245	0.0931	11:22 p.m.	27/09/2011									
21	Edwin Pruna	225	10	0.0038	05:04 p.m.	28/09/2011									
22	César Naranjo	580	9	0.00342	12:49 a.m.	29/09/2011									
23	Edwin Pruna	247	47	0.01786	04:31 p.m.	30/09/2011									
24	Jose Buchelli	238	245	0.0931	11:22 p.m.	01/10/2011									
25	Edwin Pruna	275	28	0.01064	04:47 p.m.	02/10/2011									

INDICADORES	FUNCIÓN
OPERADOR	Muestra el operador que actualmente está conectado
CLIENTE	Muestra el nombre del cliente que se escogió
FECHA	Muestra fecha y hora actuales
CONSUMO MES	Muestra el consumo mensual
CONSUMO TOTAL	Muestra el consumo total
TOTAL A PAGAR	Muestra el valor que tiene que pagar mensualmente

Pantalla historial: Presenta los datos de todos los clientes.

Cliente	Valor consumido	Valor mensual	Valor a pagar	Hora	Fecha
César Naranjo	30	30	0.0114	0:44 p.m	10/09/2011
Edwin Pruna	85	10	0.0038	5:04 p.m	11/09/2011
César Naranjo	89	59	0.02242	0:52 p.m	12/09/2011
César Naranjo	112	123	0.04674	1:02 p.m	13/09/2011
Jose Bucheli	57	245	0.0931	1:22 p.m	14/09/2011
César Naranjo	167	54	0.02052	1:52 p.m	15/09/2011
Edwin Pruna	105	10	0.0038	5:04 p.m	16/09/2011
César Naranjo	279	122	0.04636	1:32 p.m	17/09/2011
César Naranjo	313	19	0.00494	1:42 p.m	18/09/2011
Jose Bucheli	96	245	0.0931	1:22 p.m	19/09/2011
César Naranjo	489	54	0.02052	1:52 p.m	20/09/2011
Edwin Pruna	147	47	0.01786	4:31 p.m	21/09/2011
Jose Bucheli	127	245	0.0931	1:22 p.m	22/09/2011
César Naranjo	510	123	0.04674	2:02 a.m	23/09/2011
Edwin Pruna	185	10	0.0038	5:04 p.m	24/09/2011
César Naranjo	542	122	0.04636	2:12 a.m	25/09/2011
César Naranjo	560	249	0.09424	2:32 a.m	26/09/2011
Jose Bucheli	189	245	0.0931	1:22 p.m	27/09/2011
Edwin Pruna	225	10	0.0038	5:04 p.m	28/09/2011
César Naranjo	580	9	0.00342	2:49 a.m	29/09/2011
Edwin Pruna	247	47	0.01786	4:31 p.m	30/09/2011
Jose Bucheli	238	245	0.0931	1:22 p.m	01/10/2011
Edwin Pruna	275	28	0.01064	4:47 p.m	02/10/2011
César Naranjo	667	54	0.02052	1:52 p.m	03/10/2011

BOTÓN	FUNCIÓN
REGRESAR	Regresa a la pantalla clientes
VIZUALIZAR EXCEL	Muestra el historial de todos los clientes en un archivo de Excel

La siguiente figura muestra el historial de todos los clientes en Excel

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Cliente:	Valor consumido:	Valor mensual:	Valor a pagar:	Hora:	Fecha:									
2															
3	César Naranjo	30	30	0.0114	10:44 p.m.	10/09/2011									
4	Edwin Pruna	85	10	0.0038	05:04 p.m.	11/09/2011									
5	César Naranjo	89	59	0.02242	10:52 p.m.	12/09/2011									
6	César Naranjo	112	123	0.04674	11:02 p.m.	13/09/2011									
7	Jose Buchelli	57	245	0.0931	11:22 p.m.	14/09/2011									
8	César Naranjo	167	54	0.02052	11:52 p.m.	15/09/2011									
9	Edwin Pruna	105	10	0.0038	05:04 p.m.	16/09/2011									
10	César Naranjo	279	122	0.04636	11:32 p.m.	17/09/2011									
11	César Naranjo	313	13	0.00494	11:42 p.m.	18/09/2011									
12	Jose Buchelli	96	245	0.0931	11:22 p.m.	19/09/2011									
13	César Naranjo	489	54	0.02052	11:52 p.m.	20/09/2011									
14	Edwin Pruna	147	47	0.01786	04:31 p.m.	21/09/2011									
15	Jose Buchelli	127	245	0.0931	11:22 p.m.	22/09/2011									
16	César Naranjo	510	123	0.04674	12:02 a.m.	23/09/2011									
17	Edwin Pruna	185	10	0.0038	05:04 p.m.	24/09/2011									
18	César Naranjo	542	122	0.04636	12:12 a.m.	25/09/2011									
19	César Naranjo	560	248	0.09424	12:32 a.m.	26/09/2011									
20	Jose Buchelli	189	245	0.0931	11:22 p.m.	27/09/2011									
21	Edwin Pruna	225	10	0.0038	05:04 p.m.	28/09/2011									
22	César Naranjo	580	9	0.00342	12:49 a.m.	29/09/2011									
23	Edwin Pruna	247	47	0.01786	04:31 p.m.	30/09/2011									
24	Jose Buchelli	238	245	0.0931	11:22 p.m.	01/10/2011									
25	Edwin Pruna	275	28	0.01064	04:47 p.m.	02/10/2011									

ANEXO D
PROGRAMACIÓN DEL SOFTWARE

1. Programa microcontrolador PIC18F452

```
- program MEDIDOR_DIGITAL
.
- *****
. include Glcd
. include panel_1
. include panel_2
. *****
. CONST
.     CAPTURE_FALLINGEDGE    as byte = 4
10     CAPTURE_RISINGEDGE    as byte = 5
.     T1_Prescale_0          as byte = 0
.     T1_Prescale_2          as byte = 16
.     T1_Prescale_4          as byte = 32
.     T1_Prescale_8          as byte = 48
.
. DIM
.     uno    as byte    ' total pulse counts
.
.     ACUM as word
20     variable as byte
.     varpul as byte
22     var1 as byte
.     var2 as byte
.     var3 as byte
.     var4 as word
.
.     v2 as word
.     v3 as word
.     vt as word
30
.     y as byte
.     result as word
.     result1 as word
.     result2 as word
.     result3 as word
.     res as word
.     cor as byte
```

```

40      s2 as word
.      s3 as word
.      s4 as word
.      s5 as word
.      st as word
.
.      RPMStr as String[6]
.      datoStr as String[6]
.      texto as String[6]
.      texto1 as String[6]
50     texto2 as String[6]
.      texto3 as String[6]
.      texto4 as String[6]
.      textot as String[4]
.      tt as String[6]
.      tex1 as String [1]
.      tex2 as String [6]
.      tex3 as String [6]
.      tex4 as String [4]
.      *****
60  Sub Procedure mensaje ()
.      PORTA.1=0
.      PORTA.0=1
.      clearbit(INTCON,1)           ' borra la bandera INTF
.      UART1_Write(13)
.      Uart1_Write_text("AT+CMGF=1") ' modo de texto
.      Uart1_Write(13)             ' enter
.      UART1_Write_Text("AT+CMGS=") ' para numero de celular
.      UART1_Write(34)            ' comillas
.      UART1_Write_Text("098166492") ' numero de celular
70     UART1_Write(34)            ' comillas
.      UART1_Write(13)           ' enter
.      Uart1_Write_text(tt)      ' texto t
.      UART1_Write(chr(26))      ' control Z
.      setbit(intcon,4)          'Habilito interrupción INT/RB0
.      end sub

```



```

-      Y=0
-      var1=0
-      var2=0
-      var3=0
-      var4=0
-      v2=0
-      v3=0
160     vt=0
-      reslt=0
-      reslt1=0
-      reslt2=0
-      reslt3=0
-      res=0
-      uno = EEPROM_READ(1)
-      '-----
-      if uno=0 then
-      var1=0           'x 1 litro
170     EEPROM_WRITE(20,var1)
-      var2=8           'x 10 litros
-      EEPROM_WRITE(22,var2)
-      var3=1           'x 100 litros
-      EEPROM_WRITE(24,var3)
-      'res=7           'primer digito
-      'EEPROM_WRITE(12,res)
-      'reslt1=2        'segundo digito
-      'EEPROM_WRITE(11,reslt1)
-      end if
180     '-----
-
-      ACUM = EEPROM_READ(18)
-
-      var4 = EEPROM_READ(30)
-
-      reslt = EEPROM_READ(10)
-      s1= reslt*1
-
-      reslt1 = EEPROM_READ(11)

```

```

190     s2= reslt1*10
.
.
.     res = EEPROM_READ(12)
.     s3= res*100
.
.     reslt2 = EEPROM_READ(13)
.     s4= reslt2*1000
.
.     reslt3 = EEPROM_READ(14)
.     s5= reslt3*10000
200
.     st=s1+s2+s3+s4+s5+27
.     wordtoStr(st, textot)
.     Glcd_Write_Text(textot, 44, 2, 1)
.     ' var4=st
.     var1 = EEPROM_READ(20)
.     bytetoStr(var1,tex1)
.     Glcd_Write_Text(tex1,47,6,1)
.
.     var2 = EEPROM_READ(22)
210     bytetoStr(var2,tex2)
.     Glcd_Write_Text(tex2,74,5,1)
.
.     var3 = EEPROM_READ(24)
.     bytetoStr(var3,tex3)
.     Glcd_Write_Text(tex3,101,4,1)
.     uno=1
.     EEPROM_WRITE(1,uno)
.      Do
.     PORTA.1=1
220     PORTA.0=0
.     WordToStr(cor, RPMStr)
.     ' Glcd_Write_Text(RPMStr, 90, 7, 1)
.     v2= var2*10
.     v3= var3*100
.     vt= var1+v2+v3
.     wordtoStr(vt,tt)

```


2. Programa microcontrolador PIC16f628a

```
reloj_1
*****
* Name      : UNTITLED.BAS                               *
* Author    : [select VIEW...EDITOR OPTIONS]           *
* Notice    : Copyright (c) 2011 [select VIEW...EDITOR *
*            : All Rights Reserved                     *
* Date      : 07/02/2011                                *
* Version   : 1.0                                       *
* Notes     :                                           *
*           :                                           *
*****
cmcon=7

INCLUDE "modedefs.bas"

DEFINE I2C_SCLOUT 1

DEFINE LCD_DREG PORTB
DEFINE LCD_DBIT 4
DEFINE LCD_RSREG PORTB
DEFINE LCD_RSBIT 0
DEFINE LCD_EREG PORTB
DEFINE LCD_EBIT 3

trisb=%00000000
trisa=%11111110
LOW porta.0
CPIN VAR Ports.2
DPIN VAR Ports.3

seg VAR BYTE
minut VAR BYTE
minuto VAR BYTE
hora VAR BYTE
dia VAR BYTE
fecha VAR BYTE
mes VAR BYTE
anio VAR BYTE
i VAR BYTE
i=0
actual VAR BIT

EEPROM 0,[0]
READ 0,actual

IF actual=0 THEN grebarRTC

inicio:
-----
```

```

I2CREAD DPIN,CPIN,%11010000,0,[seg]
I2CREAD DPIN,CPIN,%11010000,1,[minut]
I2CREAD DPIN,CPIN,%11010000,2,[hora]
I2CREAD DPIN,CPIN,%11010000,3,[dia]
I2CREAD DPIN,CPIN,%11010000,4,[fecha]
I2CREAD DPIN,CPIN,%11010000,5,[mes]
I2CREAD DPIN,CPIN,%11010000,6,[anio]

LCDOUT $fe,1,HEX2 hora,":",HEX2 minut, ".",HEX2 seg
LCDOUT $fe,$c0

    IF dia=$1 THEN LCDOUT "Dom"
    IF dia=$2 THEN LCDOUT "Lun"
    IF dia=$3 THEN LCDOUT "Mar"
    IF dia=$4 THEN LCDOUT "Mier"
    IF dia=$5 THEN LCDOUT "Juev"
    IF dia=$6 THEN LCDOUT "Vier"
    IF dia=$7 THEN LCDOUT "Sab"

LCDOUT $fe,$c5,HEX2 fecha,"/"
LCDOUT $fe,$cB,"/20",HEX2 anio
LCDOUT $fe,$c8

    IF mes=$1 THEN LCDOUT "ene"
    IF mes=$2 THEN LCDOUT "feb"
    IF mes=$3 THEN LCDOUT "mar"
    IF mes=$4 THEN LCDOUT "abr"
    IF mes=$5 THEN LCDOUT "may"
    IF mes=$6 THEN LCDOUT "jun"
    IF mes=$7 THEN LCDOUT "jul"
    IF mes=$8 THEN LCDOUT "ags"
    IF mes=$9 THEN LCDOUT "sep"
    IF mes=$10 THEN LCDOUT "oct"
    IF mes=$11 THEN LCDOUT "nov"
    IF mes=$12 THEN LCDOUT "dic"

PAUSE 500
-----
GOSUB pulso

GOTO inicio
-----
grabarRTC:

```

```

I2CWRITE DPIN,CPIN,%11010000,0,[$00] 'segundos
PAUSE 10
I2CWRITE DPIN,CPIN,%11010000,1,[$35] ' minutos
PAUSE 10
I2CWRITE DPIN,CPIN,%11010000,2,[$19] 'hora
PAUSE 10
I2CWRITE DPIN,CPIN,%11010000,3,[$2] 'dia de la semana empieza domingo con 1
PAUSE 10
I2CWRITE DPIN,CPIN,%11010000,4,[$12] 'fecha
PAUSE 10
I2CWRITE DPIN,CPIN,%11010000,5,[$7] ' mes
PAUSE 10
I2CWRITE DPIN,CPIN,%11010000,6,[$11] 'año
PAUSE 10
I2CWRITE DPIN,CPIN,%11010000,7,[$10] 'cada segundo se prende el led del reloj
PAUSE 10

WRITE 0,1
GOTO inicio
'-----
END

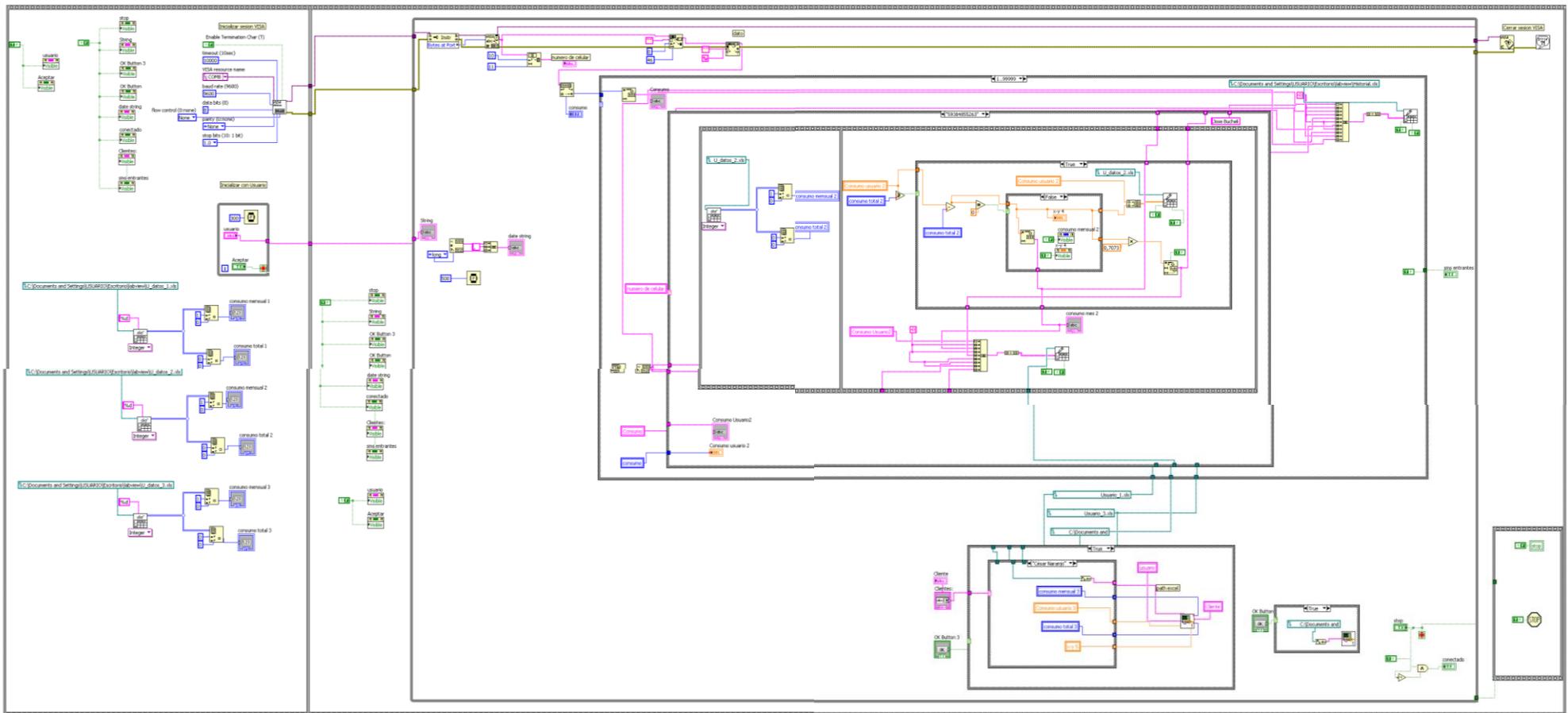
'-----
pulso:
IF seg=$0 AND fecha= 3 THEN
HIGH porta.0
ELSE
LOW porta.0
ENDIF
RETURN
'-----

```

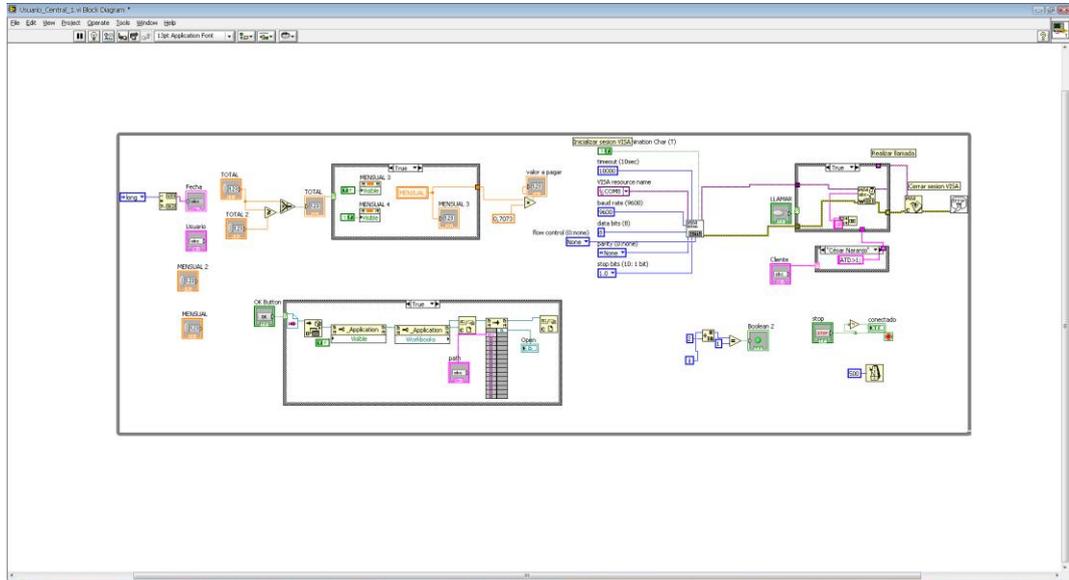
Ln 118 : Col 25

3. Programa en Labview 8.5 (Diagrama de Bloques)

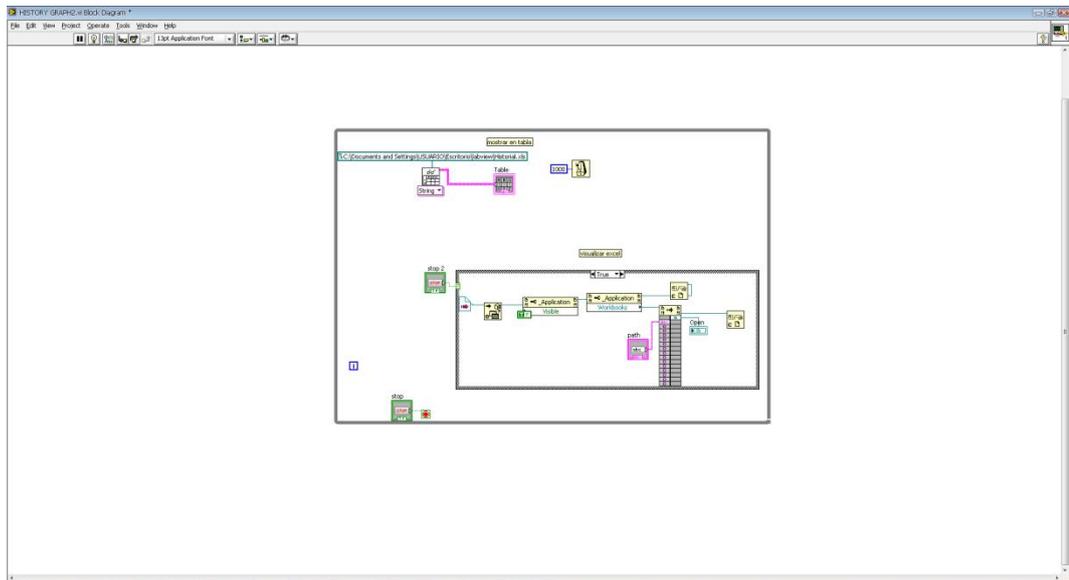
- Programa Principal



- Programa para los clientes

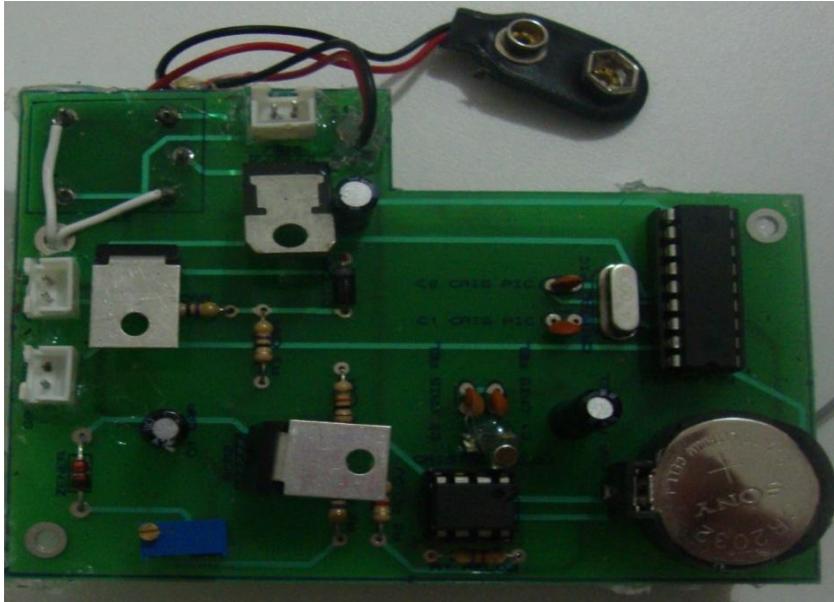


- Programa para el historial de todos los clientes

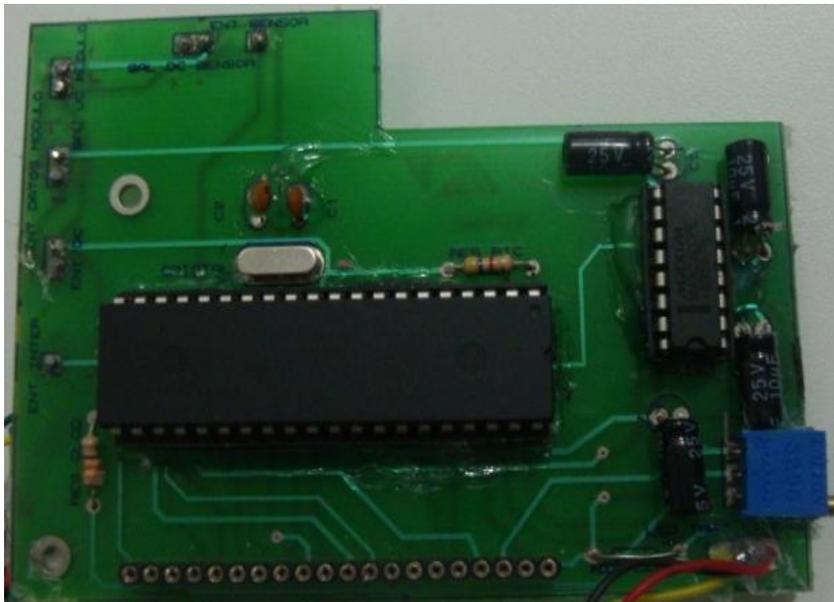


ANEXO E
MEDIDOR DIGITAL TERMINADO

- Placas del Medidor Digital



Placa reloj – cargador batería



Placa PIC18F452 - GLCD

- Medidor Digital Terminado

Vista Frontal



Vista Posterior



Vista Lado Derecho



Vista Lado Izquierdo



Vista Superior Medidor Digital Funcionado



- Medidor Digital y Medidor Convencional.



- **Módulo Receptor.**



- **Conexión del módulo receptor con la central de datos.**



- **Sistema Terminado.**





